



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI AGRONOMIA ANIMALI ALIMENTI RISORSE NATURALI E AMBIENTE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN  
SCIENZE E TECNOLOGIE ANIMALI

**Effetti dello stress da caldo su prestazioni produttive  
e qualità della carne del pollo: ibridi commerciali e  
razze locali a confronto**

*Effects of heat stress on chicken production performance and meat  
quality: comparison of commercial hybrids and local breeds*

Relatore

*Dott. Marco Birolo*

Laureando

*Jacopo Zanon*

Matricola n.

*2023316*

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

---



---

## INDICE

<b>RIASSUNTO</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>9</b>
1.1 Filiera avicola.....	9
1.1.1 Attuale produzione avicola.....	9
1.1.2 “L’avicoltura italiana alla luce del nuovo contesto socioeconomico” .....	11
1.2 Heat stress: Cambiamenti climatici e zootecnia.....	12
1.2.1 Effetti dei cambiamenti climatici sui sistemi zootecnici italiani.....	12
1.2.2 Effetti dello stress da caldo sugli avicoli.....	13
1.3 Ibridi commerciali e razze locali .....	15
1.3.1 Ross 308.....	15
1.3.2 Conservazione delle razze autoctone italiane .....	17
1.3.3 Conservazione delle risorse genetiche avicole nella regione Veneto .....	19
1.3.4 Robusta Maculata.....	20
1.3.5 Conservazione della Bionda Piemontese.....	21
1.3.6 Bionda Piemontese.....	22
<b>2. OBIETTIVI</b> .....	<b>25</b>
<b>3. MATERIALI E METODI</b> .....	<b>27</b>
3.1 Dichiarazione etica .....	27
3.2 Strutture, animali, disegno sperimentale e rilievi .....	27
3.3 Macellazione commerciale e dissezione carcasse .....	31
3.4 Analisi reologiche della carne .....	32
3.5 Composizione chimica della carne e perossidazione lipidica.....	33
3.6 Analisi statistiche .....	34
<b>4. RISULTATI</b> .....	<b>35</b>
4.1 Prestazioni produttive.....	35
4.2 Risultati della macellazione.....	39
4.1 Qualità della carne .....	39
4.2 Insorgenza di miopatie nel muscolo pettorale maggiore .....	43
<b>5. DISCUSSIONE</b> .....	<b>45</b>
5.1 Effetto del Genotipo.....	45
5.2 Effetto della temperatura ambientale .....	47
5.3 Effetto del sesso .....	49
<b>6. CONCLUSIONI</b> .....	<b>51</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>53</b>



---

## RIASSUNTO

La presente tesi di laurea ha inteso valutare l'effetto dello stress da caldo su prestazioni produttive e qualità del prodotto finale di polli ibridi commerciali a rapido accrescimento (Ross 308) e di due razze autoctone a lento accrescimento: Robusta Maculata (RM) e Bionda Piemontese (BP). A questo scopo, è stata realizzata una prova sperimentale in vivo presso le strutture di allevamento per avicoli presenti nell'Azienda Agraria Sperimentale L. Toniolo dell'Università di Padova. Gli animali sono stati allevati a sessi sperati (Ross 308: 53 M + 52 F; RM: 19 M + 16 F; BP: 44 M + 56 F) dal giorno di schiusa fino alla macellazione commerciale (42 giorni per i Ross 308; 99 giorni per le razze locali) in 24 recinti collettivi divisi in due stanze (12 recinti in stanza con temperatura ambientale normale; 12 in stanza con temperatura ambientale elevata). Durante la prova è stato valutato quotidianamente lo stato di salute degli animali, il consumo alimentare e il peso vivo individuale una volta a settimana. Al termine della prova tutti gli animali sono stati macellati presso un macello commerciale e le carcasse pesate per determinare la resa di macellazione. Un numero rappresentativo di carcasse per ogni gruppo sperimentale è stato selezionato per la dissezione e analisi delle caratteristiche qualitative della carne. Per quanto riguarda le prestazioni di crescita, i polli Ross 308 hanno riportato il peso vivo finale, il consumo alimentare e l'accrescimento medio giornaliero più elevati, nonché il miglior indice di conversione alimentare ( $P < 0,001$ ). Tra le razze locali, la RM ha mostrato un accrescimento maggiore (+27,5%;  $P < 0,001$ ) e peso vivo finale superiore (+25,1%;  $P < 0,001$ ) rispetto alla BP, conseguendo anche una migliore conversione alimentare (-0,48 punti;  $P < 0,001$ ). L'aumento della temperatura ambientale ha ridotto l'accrescimento medio giornaliero (-23,7%;  $P < 0,001$ ), l'assunzione di mangime (-12,6%;  $P < 0,001$ ) e il peso vivo finale (-18,8%;  $P < 0,001$ ). Come previsto, i maschi hanno registrato accrescimenti (+24,4%;  $P < 0,001$ ), consumi (+17,6%;  $P < 0,001$ ) e pesi vivi finali (+28,1%;  $P < 0,001$ ) più elevati rispetto alle femmine, con un migliore indice di conversione alimentare (-7,0%;  $P < 0,01$ ). L'aumento della temperatura ambientale ha ridotto significativamente l'accrescimento e il peso vivo finale nei genotipi Ross 308 e BP, mentre la RM ne è risultata meno sensibile (interazione significativa genotipo  $\times$  temperatura ambientale). Il peso della carcassa fredda e la resa alla macellazione sono diminuiti significativamente passando dai polli Ross 308 a RM e BP ( $P < 0,001$ ). La stessa tendenza è stata registrata per la resa del petto e la proporzione del *Pectoralis major* ( $P < 0,001$ ). Diversamente, la proporzione di ali, sovracosce, fusi e arti posteriori è stata più elevata nelle razze locali rispetto ai Ross 308 ( $P < 0,001$ ). Aumentando la temperatura ambientale, il peso della carcassa è diminuito (-

17,9%;  $P < 0,001$ ), la resa alla macellazione è aumentata (+1,9%;  $P < 0,01$ ); la resa del petto e la proporzione di muscolo *P. major* sono diminuite (-2,6% e -4,1%, rispettivamente;  $P < 0,05$ ), mentre la proporzione delle cosce è aumentata (+2,1%;  $P < 0,05$ ). Sono state registrate interazioni significative tra genotipo  $\times$  temperatura ambientale sulla carcassa a freddo, sulla resa del petto e sulla percentuale di *P. major*. In particolare, le alte temperature ambientali hanno diminuito la resa del petto e la proporzione di *P. major* nel Ross 308, mentre non sono state osservate variazioni significative nelle razze locali. Per quanto riguarda i tratti qualitativi della carne, i Ross 308 hanno riportato valori di pH ( $P < 0,01$ ), luminosità e indice del giallo più elevati rispetto alle razze locali ( $P < 0,001$ ), mentre i polli BP hanno registrato l'indice del rosso più alto ( $P < 0,001$ ). Le perdite di cottura sono state significativamente più elevate nei Ross 308 rispetto alle razze locali (+25,2% in media;  $P < 0,001$ ). Le miopatie del petto sono state rilevate solo nei polli Ross 308. Con l'aumento della temperatura ambientale, l'incidenza di White Striping e Spaghetti Meat è diminuita (rispettivamente -11,6 e -10,7 unità percentuali;  $0,05 < P < 0,01$ ), mentre l'incidenza di Wooden Breast non è stata influenzata in modo significativo. Inoltre, l'incidenza di White Striping di grado moderato tendeva a essere inferiore all'aumentare della temperatura ( $P = 0,09$ ). In conclusione, la temperatura ambientale ha effetti rilevanti su accrescimento, ingestione alimentare, indice di conversione, resa alla macellazione e qualità della carne dei polli ibridi commerciali, mentre minori effetti sono stati riscontrati nelle razze autoctone. Tuttavia, da un punto di vista produttivo, non è sostenibile l'utilizzo di razze locali nei moderni sistemi di allevamento, mentre può essere valorizzato in sistemi alternativi dove non è possibile effettuare un controllo delle condizioni ambientali.

---

## ABSTRACT

The aim of this thesis was to evaluate the effect of heat stress on production performance and product quality of fast-growing commercial hybrid chickens (Ross 308) and two slow growing local breeds: Robusta Maculata (RM) and Bionda Piemontese (BP). For this purpose, an *in vivo* experimental trial was carried out at the experimental poultry farm of the University of Padova. The animals were reared in separated sexes (Ross 308: 53 M + 52 F; RM: 19 M + 16 F; BP: 44 M + 56 F) from the day of hatching until commercial slaughter (42 days for Ross 308; 99 days for local breeds) in 24 collective pens divided into two rooms (12 pens in a room with normal temperature; 12 pens in a room with high environmental temperature). During the trial the animals' health status and feed intake were daily assessed, while individual live weight was assessed once a week. At the end of the trial, all animals were slaughtered in a commercial slaughterhouse and the carcasses weighed to determine the slaughter yield. A representative number of carcasses from each experimental group was selected for dissection and analysis of meat quality. Regarding growth performance, Ross 308 chickens reported the highest final live weight, feed intake and daily weight gain, as well as the best feed conversion ratio ( $P < 0.001$ ). Among the local breeds, RM achieved higher daily weight gain (+27.5%;  $P < 0.001$ ) and final live weight (+25.1%;  $P < 0.001$ ) and better feed conversion (-0.48 points;  $P < 0.001$ ) than the BP breed. The increase of environmental temperature reduced daily weight gain (-23.7%;  $P < 0.001$ ), feed intake (-12.6%;  $P < 0.001$ ) and final live weight (-18.8%;  $P < 0.001$ ). As expected, males achieved higher daily weight gain (+24.4%;  $P < 0.001$ ), feed intake (+17.6%;  $P < 0.001$ ) and final live weight (+28.1%;  $P < 0.001$ ) and demonstrated a better feed conversion ratio than females (-7.0%;  $P < 0.01$ ). The increase of environmental temperature significantly reduced daily weight gain and final live weight in the Ross-308 and BP genotypes, whereas RM was less affected (significant genotype  $\times$  ambient temperature interaction). Cold carcass weight and slaughter yield decreased significantly moving from Ross 308 to RM to BP chickens ( $P < 0.001$ ). The same trend was recorded for breast yield and the proportion of *Pectoralis major* ( $P < 0.001$ ). In contrast, the proportion of wings, thighs, drumsticks, and hind legs were higher in local breeds than in Ross 308 ( $P < 0.001$ ). By increasing the environmental temperature, the cold carcass weight decreased (-17.9%;  $P < 0.001$ ), the slaughter yield increased (+1.9%;  $P < 0.01$ ); the breast yield and the proportion of *P. major* muscle decreased (-2.6% and -4.1%, respectively;  $P < 0.05$ ), whereas the proportion of thighs increased (+2.1%;  $P < 0.05$ ). Significant interactions were recorded between genotype  $\times$  environmental temperature on cold carcass, breast yield and

proportion of *P. major* muscle. High environmental temperatures decreased breast yield and the proportion of *P. major* muscle in Ross 308, whereas the local breeds were not affected. About meat quality traits, Ross 308 had higher pH values ( $P < 0.01$ ), brightness and yellow index than the local breeds ( $P < 0.001$ ), whereas BP chickens had the highest red index ( $P < 0.001$ ). Cooking losses were significantly higher in Ross 308 than in local breeds (+25.2% on average;  $P < 0.001$ ). Breast myopathies were only detected in Ross 308 chickens. With increasing environmental temperature, the incidence of White Striping and Spaghetti Meat decreased (-11.6 and -10.7 percentage units, respectively;  $0.05 < P < 0.01$ ), whereas the incidence of Wooden Breast was not significantly affected. Furthermore, the incidence of moderate White Striping tended to be lower at high environmental temperatures ( $P = 0,09$ ). In conclusion, environmental temperature has significant effects on daily weight gain, feed intake, conversion index, slaughter yield, and meat quality of commercial hybrid chickens, while lesser effects have been found in local breeds. However, from a production point of view, the use of local breeds in modern breeding systems is not sustainable, whereas it can be exploited in alternative systems where environmental conditions cannot be controlled.



---

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 Filiera avicola

#### 1.1.1 Attuale produzione avicola

Attualmente, per quanto riguarda la produzione avicola, l'Italia si aggiudica il quinto posto all'interno dell'UE dopo Polonia, Germania, Francia e Spagna. Secondo gli esperti, potrebbe facilmente salire di posizione essendo l'unico tra i produttori ad aver registrato un andamento positivo, anche se in chiaro rallentamento, tanto tra il 2019 e il 2020 (+1,8%) quanto tra il 2020 e il 2021 (+0,1%). Rafforza tale ipotesi anche la rinomata capacità di resilienza del settore avicolo, evidenziata in particolar modo in questi ultimi anni segnati dalla pandemia Covid-19, durante i quali sono stati mantenuti buoni ritmi di crescita nonostante una diminuzione dei prezzi pari al -10,9% per il tacchino e al -4,8% per il pollo (Unitalia, 2020).

Oltre ai suoi costi di produzione e di vendita molto competitivi, la carne avicola si distingue anche per l'assenza di ostacoli culturali o religiosi legati al consumo, per il suo profilo nutrizionale sano (alto contenuto di proteine, basso contenuto di grassi e colesterolo e rapporto equilibrato di acidi grassi n-3/n-6) ed anche per le proprietà sensoriali (consistenza, colore e sapore) (Petracci et al., 2013).

Anche l'organizzazione stessa della filiera avicola rappresenta un punto di forza, a garanzia del buon andamento del settore. Si tratta, infatti, di integrazione verticale, la quale consiste in una serie di accordi contrattuali che coinvolgono il mangimificio, gli allevatori e l'impresa di trasformazione delle carni. Tra allevatori e trasformatori è tipico che si instauri un rapporto associativo attraverso il contratto di soccida, in cui il trasformatore fornisce gli input produttivi (pulcini, mangimi, farmaci) nonché l'assistenza tecnica necessaria affinché le produzioni finali presentino le caratteristiche desiderate per quantità e qualità. Così facendo gli allevatori si svincolano dal rischio che il prodotto possa rimanere invenduto ma, in cambio, accettano una posizione passiva e con una capacità contrattuale indebolita rispetto a quella di "leadership" rivestita dal trasformatore (Coderoni e Pontrandolfi, 2016).

Relativamente ad import ed export, nel 2021 in Italia si è registrato un calo delle importazioni (-7,25%) e, anche se impercettibile, delle esportazioni (0,38%), i quali si sono tradotti in un rallentamento che ha, tuttavia, favorito il miglioramento della bilancia commerciale.

Nel 2020 la produzione italiana di carni avicole si è attestata intorno alle 1.389.900 tonnellate (Figura 1), l'1,8% in più rispetto al 2019 (1.365.850 tonnellate, +1,63% per la carne di pollo), raggiungendo livelli di autoapprovvigionamento pari al 107,5% (oggi al 108,4%) e riconfermando il settore come l'unico autosufficiente della zootecnia italiana. Più precisamente, in Italia, viene prodotto il 104,8% delle carni di pollo e ben il 118,2% delle carni di tacchino, che rimangono, per altro, le carni attualmente più consumate. Il 72% dei consumatori, infatti, mangia carne di pollo almeno una volta alla settimana, al pari del pesce, seguita a lunga distanza da carne di manzo (54%), maiale (50%) e vitello (46%). I consumi 2020 hanno raggiunto valori di 1.293.300 tonnellate (1.275.350 nel 2019), che corrispondono ad un consumo pro capite di 21,55 kg, l'1,93% in più rispetto ai 21,15 kg registrati nel 2019 (Unitalia, 2022).

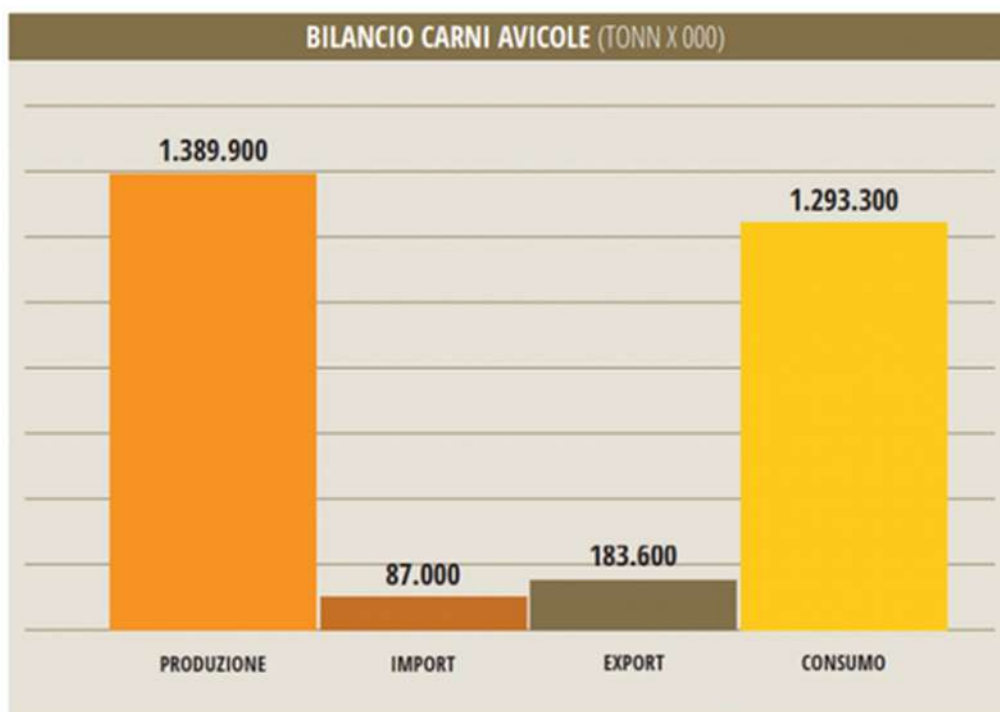


Figura 1. Bilancio carni avicole 2020; Unitalia, 2020.

Dal 2017 al 2021, il comparto avicolo è stato caratterizzato da una forte crescita, tant'è che le carni avicole hanno registrato un aumento degli acquisti del 9% in quantità e del 19% in valore, mostrando una dinamica di gran lunga più favorevole rispetto all'intero comparto carni.

Si registrano, ad oggi, i primi segnali di riallineamento al 2019, con una lieve flessione per quanto riguarda l'utilizzazione interna, pari a 1.267.000 tonnellate (-2%) e i consumi pro capite (-0,5%), arrivati a 21,43 kg. Si riconferma, però, una spesa più alta del 4% rispetto ai primi tre mesi del 2021 (Unitalia, 2022). A tal proposito, è bene sottolineare che è continuato il trend positivo dei

prodotti ad alto valore aggiunto, incentivato già negli anni precedenti e rafforzato soprattutto nel 2020 a causa della limitante situazione sanitaria (Covid-19). I consumatori si sono, infatti, dimostrati più mirati all'acquisto di prodotti preparati (cotti o crudi), confezionati e facilmente stoccabili, a conferma anche dell'estrema versatilità che contraddistingue la carne avicola (Unaitalia, 2020).

Complessivamente il settore vale 5,9 miliardi di euro, a conferma del fatto che si tratta di una filiera totalmente integrata e pienamente autosufficiente, in grado di investire, creare ricchezza e occupazione e garantire ogni giorno prodotti sicuri, freschi e convenienti (Unaitalia, 2022).

### **1.1.2 “L'avicoltura italiana alla luce del nuovo contesto socioeconomico”**

Il 16 giugno 2022, a Roma, si è tenuta l'assemblea nazionale “L'avicoltura italiana alla luce del nuovo contesto socioeconomico” alla presenza delle principali associazioni agricole e del mondo della cooperazione. A darne le stime è Unaitalia, l'associazione che rappresenta oltre il 90% della produzione avicola nazionale, la quale riporta che oltre 800 milioni di euro sono stati “bruciati” in un anno, 450 dei quali solo nella fase agricola. Questo è l'impatto che la crisi internazionale, la guerra in Ucraina e il conseguente aumento dei prezzi dell'energia e delle materie prime hanno avuto sulla nostra filiera avicola. L'avicoltura italiana, nonostante la sua piena autosufficienza (ad esclusione del solo approvvigionamento delle materie prime per la mangimistica), si posiziona tra i settori più colpiti, soprattutto a causa del vertiginoso aumento del costo dei mangimi (60% dei costi totali di produzione). Solo nel primo trimestre 2022 è stato registrato un aumento del 33% e di un ulteriore 40% ad aprile su base annua (+59% per il mais, +15% per la soia e +90% per l'orzo), rialzi che hanno inevitabilmente portato ad un incremento dei costi produttivi del 21,1% per la carne e del 50% per le uova.

C'è da tener conto che tali criticità, già di per sé non indifferenti, vanno ad inserirsi in uno scenario complesso, caratterizzato dall'uscita dalla fase pandemica e dai problemi di approvvigionamento e logistici a livello mondiale. Il presidente di Unaitalia, Antonio Forlini, infatti, dichiara: *«Sui prezzi delle materie prime dobbiamo però essere chiari: oltre che ad aumenti derivanti dal conflitto Russia-Ucraina, dalla corsa all'approvvigionamento preventivo da parte della Cina ed alle difficoltà di produzione legate ai cambiamenti climatici, siamo di fronte a dinamiche speculative, in atto da quasi 2 anni, che devono essere fermate. I dati forniti dal CFTC Usa (Commodity Futures Trading Commission) dimostrano infatti come i rincari su grano, mais e soia siano anche legati all'ingresso, da metà 2020, di investitori “non commerciali” nel mercato delle materie prime. Da*

*allora i prezzi sono arrivati ai massimi storici, con valori raddoppiati rispetto alle medie del 2015-2020. Anche l'Indice IGC Grains&Oilseeds evidenzia una forbice del +80% tra i valori medi del 2015-2020 (1° semestre) e quelli attuali. Così non è sostenibile.*

*Fino ad oggi il settore ha tenuto testa alla crisi grazie al suo alto livello di integrazione verticale, ma siamo molto preoccupati per il futuro. I cambiamenti dello scenario mondiale, a livello sanitario, politico ed economico ci stanno insegnando l'importanza della sovranità alimentare, dell'accesso al cibo e che non possiamo più dare per scontata la nostra autosufficienza, oggi al 108,4%. Occorre perciò abbandonare le logiche del passato in un'ottica strategica di medio-lungo periodo. Ciò consiste nel limitare la dipendenza dall'estero e garantire la nostra capacità produttiva, mettendo in campo tutti gli strumenti possibili, dal PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza), alla PAC (Politica Agricola Comunitaria), alle nuove tecnologie, ma anche procedere verso una graduale transizione green che miri ad una sostenibilità durevole ed efficace guardando anche agli aspetti economici e sociali» (Unitalia, 2022).*

## **1.2 Heat stress: Cambiamenti climatici e zootecnia**

### **1.2.1 Effetti dei cambiamenti climatici sui sistemi zootecnici italiani**

Seppur sia noto che la zootecnia sia in parte responsabile dei cambiamenti climatici in corso, è importante prevedere e analizzare quelli che sono gli effetti prodotti da tali cambiamenti sui sistemi zootecnici italiani, in considerazione della rilevanza strategica che i sistemi produttivi e le loro filiere assumono per il nostro Paese. La problematica più rilevante è rappresentata dall'aumento della variabilità climatica, ovvero dalla frequenza di eventi estremi, come piogge intense, ondate di calore e periodi prolungati di siccità. Si registra, inoltre, anche un incremento dei giorni di caldo, un aumento della temperatura media annuale e, di conseguenza, una variazione di quelle che sono le condizioni stagionali tipiche. L'aumento della variabilità climatica sta determinando effetti negativi sull'agricoltura e sulla zootecnia italiana, con riduzione della capacità di previsione e programmazione, con un aumento della vulnerabilità e un calo della capacità produttiva e, quindi, della redditività. Sulla base degli scenari fin qui definiti e grazie ai modelli previsionali al momento disponibili, è possibile prevedere una tendenza all'amplificazione per il prossimo futuro dei fenomeni di variabilità climatica, i quali diventeranno sempre più una costante con la quale il mondo produttivo agricolo dovrà direttamente o indirettamente avere a che fare (Hristov et al., 2020).

## 1.2.2 Effetti dello stress da caldo sugli avicoli

Tra i principali effetti diretti che i cambiamenti climatici esercitano sulle produzioni animali vi è sicuramente lo stress da caldo (IPCC, 2007). Tale fenomeno, negli animali domestici, è associato al verificarsi di eventi meteorologici che hanno effetti negativi sulle performance di crescita e riproduttive, rappresentando un danno soprattutto per animali ad elevate prestazioni produttive (Nardone et al., 2010).

Per quanto riguarda, nello specifico, l'industria avicola, si tratta di una realtà che sta crescendo in tutto il mondo per soddisfare l'esponenziale domanda di carne e uova (Marangoni et al., 2015). Alla luce dei fatti, il consumo globale è raddoppiato nell'ultimo decennio e si prevede che raddoppierà di nuovo entro il 2050 (Alexandratos et al., 2012).

Rispetto ad altre specie, gli avicoli sono, di base, più sensibili alle alte temperature ambientali (Geraert et al., 1993) a causa della loro temperatura corporea normalmente elevata, del loro metabolismo rapido, della mancanza di ghiandole sudoripare e della copertura di piume (Geraert et al., 1993). Studi di Yahav et al. (1998) e di Deeb e Cahaner (1999) hanno dimostrato, ad esempio, che i polli da carne a collo nudo hanno un più alto tasso di dissipazione del calore e una migliore termoregolazione rispetto alle loro controparti normalmente piumate (Cahaner et al., 1993). Per stress da caldo si intende una condizione in cui l'animale non è più in grado di mantenere la sua temperatura corporea all'interno di un certo range di normalità (Goo et al., 2019). Ciò deriva dall'interazione di diversi fattori, come elevata temperatura ambientale (fattore più significativo) che può dipendere dall'elevata densità di allevamento, ma anche umidità e velocità dell'aria (Lara et al., 2013). Con l'aumento dell'umidità, infatti, gli avicoli perdono la capacità di raffreddarsi per evaporazione (Reay, 2019). Elevate temperature ambientali combinate ad un'elevata umidità possono avere un impatto devastante sui polli da carne commerciali, il quale, nella peggiore delle ipotesi, comporta la morte dei soggetti colpiti (Bhadauria et al., 2014; Oloyo, 2018)

La temperatura corporea degli avicoli normalmente è di circa 41-42°C. La temperatura ambientale definita "termoneutrale", ovvero ideale per massimizzare la crescita, è compresa tra i 18 e i 21°C (Naga Raja Kumari et al., 2018). Diversi studi hanno dimostrato che qualsiasi temperatura ambientale superiore ai 25°C provoca stress da caldo nel pollame (Donkoh, 1989).

Quando gli avicoli sono esposti a temperature molto elevate cercano di mettere in atto strategie che consentano loro di termoregolare per mantenersi in condizioni di omeostasi. Essi, infatti, tendono a posizionare le ali sollevate dal corpo e ad aumentare la frequenza respiratoria. Più in generale, i polli sottoposti a condizioni di stress passano molto meno tempo in piedi, riducono notevolmente gli

spostamenti e le attività locomotorie, consumano meno mangime e bevono più acqua (Lara e Rostagno, 2013). È facile dunque dedurre che il verificarsi di questa situazione influisce negativamente sul soggetto, sulla sua salute e, in particolar modo, sulle prestazioni di crescita dello stesso, in quanto aumenta l'indice di conversione alimentare e si riduce il peso vivo finale (Lin et al., 2006).

Anche l'infertilità può essere associata a temperature eccessivamente alte (Bonato et al., 2014).

Lo stress da caldo, però, non si limita solo a far sì che l'animale debba riadattare alcuni suoi comportamenti, ma innesca l'induzione di una serie di cambiamenti fisiologici (come vasodilatazione, stress ossidativo, squilibrio acido-base, soppressione della risposta immunitaria), neuroendocrini e molecolari, che talvolta si traducono in alti tassi di mortalità (Yahav et al., 1995).

L'esposizione ad alte temperature (>30°C) tende a ridurre la digestione dei nutrienti a causa della diminuzione del flusso sanguigno al sistema digestivo (Cahaner e Leenstra, 1992; Cooper e Washburn, 1998) con conseguenze negative sul metabolismo muscolare (Wood e Richards, 1975; Aksit et al., 2006; Lu et al., 2007; Gregory, 2010). È stato riportato, infatti, che lo stress termico stagionale accelera il metabolismo glicolitico portando a cambiamenti biochimici nei muscoli (McKee e Sams, 1997; Rajagopal et al., 2015; Huang et al., 2015) con abbassamento del livello di glicogeno muscolare (Aksit et al., 2006).

Se le condizioni di stress sono acute e di breve durata immediatamente prima della macellazione si avrà una glicolisi molto veloce, la quale determina una rapida caduta del pH muscolare (Zaniboni e Cerolini, 2008). Tale situazione provoca una denaturazione delle proteine e può dare origine a carni pallide, morbide ed essudative (PSE) caratterizzate da una bassa capacità di ritenzione idrica (WHC). Al contrario, gli animali sottoposti a stress da calore prolungato/cronico, tendono a presentare un'anomalia chiamata "DFD", acronimo inglese di "Dark Firm and Dry", ovvero carni scure, dure e secche (Bray et al. 1989). Ciò si verifica in seguito ad una riduzione delle riserve di glicogeno muscolare con conseguente minore conversione in acido lattico e una limitata caduta del pH. In questo caso, invece, la capacità di ritenzione idrica è elevata, e contribuisce a far sì che le proteine miofibrillari siano strettamente legate tra loro, dando alla carne una tessitura molto più compatta (Cornforth, 1994). Per tali motivazioni la carne del muscolo appare di colore più scuro. Tale alterazione tende a penalizzare la percezione in termini di qualità del prodotto finale, specialmente dal punto di vista del consumatore (Northcutt et al., 1994; Lu et al., 2007). Ne consegue che anche la sicurezza alimentare possa essere messa a rischio, in quanto lo stress da calore porta a sua volta allo stress ossidativo, all'ossidazione dei lipidi e delle proteine e alla riduzione della durata di

conservazione a causa della crescita e della diffusione dei batteri (Shakeri et al., 2020).

Le risposte comportamentali, fisiologiche e metaboliche a situazioni avverse dipendono dal background genetico e dall'esperienza precedente degli animali. Soprattutto nei polli da carne con un più alto potenziale genetico per tasso di crescita, lo stress da caldo può provocare una risposta adrenalinica tale da influenzare irreversibilmente la qualità della carne (Nagle et al. 2000; Lowe et al. 2002). La gestione di questa problematica è un argomento di crescente preoccupazione (Henry et al., 2012), in quanto l'aumento delle temperature ambientali è una delle cause che più contribuiscono alle perdite economiche per l'industria avicola. Anche per questo motivo, gli studi sulle conseguenze ambientali dello stress da caldo sulla produzione animale sono cresciuti notevolmente negli ultimi anni (Lin et al., 2006, Lu et al., 2007). In aumento è anche l'interesse rivolto alle tecniche di mitigazione, come ad esempio le strategie dietetiche atte a ridurre gli effetti negativi dello stress da caldo sulle prestazioni produttive e sulla qualità del prodotto finale (Di Giacomo et al., 2014; Cottrell et al., 2015).

Non da meno è la preoccupazione dell'opinione pubblica per il benessere degli animali allevati, aspetto sempre più sentito dal consumatore moderno.

## **1.3 Ibridi commerciali e razze locali**

### **1.3.1 Ross 308**

Il broiler Ross 308 (Figura 2a; 2b), introdotto nel Regno Unito da Aviagen nel secolo scorso, è stato geneticamente migliorato nel tempo per soddisfare le esigenze dei produttori che cercavano una buona costanza di rendimento abbinata ad una riduzione dei tempi produttivi (Aviagen, 2021).

Non si tratta infatti di una razza a tutti gli effetti, ma di un incrocio a più vie per ottenere animali a crescita rapida, carcassa ampia e larga e muscoli ben sviluppati, specialmente per quanto riguarda il petto. Le zampe sono robuste e ampiamente distanziate, peculiarità che indica la presenza di razze da combattimento tra gli antenati. La testa è piccola, sormontata da una cresta a forma di foglia color rosso vivo. Il piumaggio dei polli Ross 308 è completamente bianco, eventuali macchie di altri colori sono da considerare inaccettabili e implicano che i soggetti interessati vengano respinti.



Figura 2a. Polli Ross 308 femmine;  
Azienda Agraria Sperimentale “Lucio Toniolo”, 2020.



Figura 2b. Polli Ross 308 maschi;  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Broiler>

La pelle è elastica e di una tonalità chiara, caratteristiche che influenzano positivamente la valutazione della carcassa anche da parte del consumatore.

Trattandosi di un incrocio commerciale, non è possibile, per chi acquista degli esemplari in allevamento, ottenere a casa una prole con le medesime caratteristiche. I diritti di distribuzione di uova, pulcini e polli sono, infatti, di proprietà di Aviagen, distributore mondiale di broiler Ross 308 venduti con il marchio Ross (Aviagen, 2021).

Un soggetto adulto può raggiungere i 5,5-6 kg di peso vivo, ma i polli da carne vengono mandati al macello prima, a partire da due mesi, con un peso vivo medio di 2,5-3 kg.

Tabella 1. Dati relativi a soggetti Ross 308; Aviagen, 2021.

Peso adulti		Colore tarsi	Colore pelle	Maturità sessuale		Rapporto M/F		Durata incubazione
M	F			M	F	M	F	
Kg 5,5-6	Kg 4,5-5	gialli	chiara	160 dì	160 dì	1	7-8	21 d

Sono animali con un eccellente indice di conversione alimentare che si manifesta fin dai primissimi giorni di vita. Con una corretta alimentazione, infatti, l'aumento di peso giornaliero si registra intorno ai 55-60 grammi, con una resa di macellazione finale pari al 75% (Aviagen, 2021).

Se da un lato il Ross 308 rappresenta l'emblema della produttività nel comparto avicolo, dall'altro è



caratterizzato anche da alcuni svantaggi. Si contraddistinguono, infatti, per la loro immunità instabile, che spesso può sfociare in problematiche più complesse, come le frequenti infezioni alle vie respiratorie. Risultano decisamente poco resistenti anche in termini di suscettibilità allo stress da caldo, tenendo conto delle grandi quantità di calore corporeo prodotte specialmente nella seconda metà dello sviluppo.

Anche per questa ragione agli animali viene garantita una “termozona ideale” per tutta la durata del ciclo di allevamento. Fondamentale risulta, dunque, il mantenimento di un alto livello di biosicurezza e pulizia, nonché un controllo accurato delle condizioni ambientali (temperatura e umidità), così da ridurre al minimo l’insorgenza di possibili patologie e ottimizzare le prestazioni (Aviagen, 2014).

### **1.3.2 Conservazione delle razze autoctone italiane**

La perdita di biodiversità è una questione di grande preoccupazione in tutto il mondo.

L'industrializzazione degli allevamenti e l'ampio utilizzo di ibridi altamente selezionati hanno portato alla progressiva estinzione di molte razze. Al giorno d'oggi, infatti, la salvaguardia della biodiversità avicola è un obiettivo chiave in tutti i Paesi sviluppati, Italia inclusa.

Secondo il “DAD-IS” (Domestic Animal Diversity – Information System), sviluppato e gestito dalla FAO (Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura), il 28% delle 1499 razze locali di pollo censite in tutto il mondo presenta uno stato di conservazione che va da “vulnerabile” a “gravemente in pericolo”, mentre il 3,4% è già estinto. Attualmente in Italia sono state conteggiate 53 razze di polli autoctoni, la maggior parte delle quali è risultata essere in pericolo o estinta (Zanon e Sabbioni, 2001).

Fortunatamente, negli ultimi decenni, c’è stata una crescita significativa dell’interesse in quest’ambito da parte della comunità scientifica e attualmente le razze incluse nel progetto nazionale di salvaguardia della biodiversità sono 22 (Castillo et al., 2021).

La valorizzazione di una razza dovrebbe abbracciare valori che vanno oltre gli aspetti economici, rivolgendosi, ad esempio, ad aspetti sociali e ambientali.

Le razze locali hanno, di fatto, una notevole rilevanza culturale ed ecologica, e il loro allevamento in sistemi alternativi può apportare miglioramenti alle comunità locali, a partire dalla riduzione dell'impatto della zootecnia intensiva.

Nel corso dell'ultimo secolo, con le pressioni delle economie globalizzate sulle rese produttive e con i rigorosi standard di igiene alimentare (FAO, 2007), l'impiego diffuso di ibridi commerciali altamente

selezionati ha portato all'erosione e alla perdita delle risorse genetiche (Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2020). Tale situazione è particolarmente accentuata nel settore avicolo, il quale prevede l'esclusivo utilizzo in allevamento di ceppi selezionati per la produzione di carne e uova.

L'intensa e progressiva selezione ha portato anche ad un calo della vitalità genetica, riducendo, dunque, la capacità di queste razze di rispondere e resistere ai cambiamenti ambientali e alle variazioni climatiche (Cendron et al., 2020).

Negli ultimi anni la conoscenza dei consumatori in merito ai cambiamenti climatici e la loro consapevolezza sull'impatto dei sistemi di produzione animale intensiva sono aumentate notevolmente. Ad intensificare la preoccupazione contribuiscono anche le problematiche legate alla competizione per la terra e per le risorse (Di Rosa et al., 2020).

Una maggiore curiosità dei consumatori riguardo ai metodi di produzione convenzionali ha avuto come esito un aumento della domanda per i prodotti avicoli ottenuti con metodi di allevamento alternativi (Castellini e Dal Bosco, 2017; Lordelo, 2020; Tasoniero et al., 2018). Inoltre, nei Paesi sviluppati, la riscoperta dei prodotti e delle tradizioni locali e il rinnovato interesse per prodotti che presentano caratteristiche qualitative diverse da quelli convenzionali hanno aperto le porte a nuove nicchie di mercato redditizie. L'uso di razze di pollo autoctone per soddisfare queste nuove richieste dei consumatori dovrebbe essere incoraggiato come mezzo indiretto di salvaguardia della biodiversità, valorizzando così la diffusione degli avicoli locali.

Un esempio della potenzialità economica che le risorse genetiche avicole e i metodi di allevamento alternativi possono assumere è ben radicato in Francia. Si tratta dei prodotti Label Rouge e del "Poulet de Bresse" (Baéza et al., 2009), caratterizzati da sistema di allevamento estensivo, polli a lento accrescimento e prodotti finali che vantano di un'ottima redditività. Nonostante i prezzi di vendita più elevati, i consumatori francesi hanno dimostrato un notevole interesse e apprezzamento nei confronti di questo prodotto (Zanetti et al., 2010). La buona reputazione del "Poulet de Bresse" ha contribuito alla sua espansione anche in altri Paesi, come Spagna (Torres et al., 2019) e Germania (Muth et al., 2018), dove è considerato a tutti gli effetti un prodotto premium.

Per allevamenti alternativi, però, ci vogliono polli "alternativi", in quanto l'incapacità degli ibridi commerciali a crescita rapida di adattarsi è sicuramente un limite con il quale il settore avicolo si troverà a dover fare i conti con il passare del tempo (Branciarri et al., 2009; Castellini et al., 2006; Castellini et al. 2002; Castellini et al., 2002).

Dal confronto tra ibridi commerciali e razze locali allevate all'aperto è emerso che l'adattabilità dei

soggetti autoctoni alle diverse condizioni ambientali e la loro capacità di sintetizzare e trasferire componenti nutritivi considerati favorevoli per la salute umana ai loro tessuti è significativamente migliore (Di Rosa, 2020). I prodotti avicoli ottenuti da razze autoctone offrono, quindi, caratteristiche uniche e pregiate, come il colore della carne più scuro, basso contenuto lipidico e un profilo di acidi grassi ottimale, tutti tratti qualitativi che possono soddisfare le richieste anche di particolari segmenti di consumatori (Rizzi et al., 2007; Mugnai et al., 2009; Mosca et al., 2018; Pellattiero et al., 2020).

### **1.3.3 Conservazione delle risorse genetiche avicole nella regione Veneto**

Nel 2000 ha preso vita il “Co.Va.”, ovvero il progetto “Conservazione e Valorizzazione di Razze Avicole Locali Venete” atto a salvaguardare la biodiversità animale della regione Veneto.

Ad occuparsi dello sviluppo di tale iniziativa è stata l'Agenzia per l'Agricoltura del Veneto (VAA) con il supporto scientifico ed economico del Dipartimento di Scienze Animali dell'Università di Padova (De Marchi et al., 2005). Dieci razze di polli locali, tutti a duplice attitudine, sono state incluse nel progetto, allevate secondo uno schema di conservazione in situ e inserite nell'elenco dei prodotti tradizionali italiani riconosciuti dal MIPAF (Ministero delle Politiche Agricole e Forestali).

Lo scopo di tale elencazione e descrizione è stato quello di far sì che queste razze locali e tipiche potessero contribuire allo sviluppo delle aree economicamente marginali della regione attraverso la loro rivalutazione, così da incentivarne la conservazione, anche a favore della biodiversità (De Marchi et al., 2003). La conservazione delle risorse genetiche animali, infatti, è essenziale per consentire agli allevatori di adattarsi alle attuali mutevoli condizioni ambientali e allo stesso tempo per soddisfare le richieste dei consumatori che associano la produzione che ne deriva all'idea di naturale genuinità (FAO, 2004). La domanda di tali prodotti, infatti, è in aumento, a conferma del fatto che la carne degli avicoli di razze autoctone presenta caratteristiche qualitative distintive (colore più scuro e sapore più marcato) rispetto alla carne proveniente dai comuni ibridi commerciali (Cassandro et al., 2002).

È dunque possibile affermare che la conservazione delle razze avicole venete può davvero avere un impatto positivo sull'economia rurale, in quanto rappresenta un'opportunità di valorizzazione e mantenimento di quella che è parte dell'eredità culturale di ciascuna città, nonché una fonte di prodotti di alta qualità da offrire ai consumatori urbani, incentivando così anche il turismo.

### 1.3.4 Robusta Maculata

Razza italiana selezionata nel 1965 alla Stazione Sperimentale di Pollicoltura di Rovigo in seguito ad incroci tra le razze Orpington Fulva e la White America (Castellini et al., 1994).

Razza a duplice attitudine: buona produzione di uova e di polli da carne (Figura 3a; 3b).

Tabella 2. Dati relativi a soggetti di razza Robusta Maculata; modificato da Baruchello e Cassandro, 2004.

Peso adulti		Colore tarsi	Colore pelle	Maturità sessuale		Rapporto M/F		Durata incubazione
M	F			M	F	M	F	
Kg 4-4,5	Kg 2,8-3,3	gialli	gialla	6/7 mesi	5/6 mesi	1	10	21 d



Figura 3a. Galline di razza Robusta Maculata; Veneto agricoltura, 2014.



Figura 3b. Gallo di razza Robusta Maculata; Veneto agricoltura, 2014.

#### Standard

Tronco: largo, profondo;

Collo: medio lungo, leggermente arcuato;

Dorso: largo sulle spalle, ben sviluppato;

Petto: profondo e lungo;

Ventre: lungo, profondo e ricco di piumaggio;

Ali: portate orizzontali e ben aderenti;

Coda: corta e larga;

Testa: medio grande, ben arrotondata;

Cresta: semplice, dritta, ben sviluppata, con 6-8 dentelli;

Bargigli: molto sviluppati, rossi;

Orecchioni: rossi;

Faccia: liscia e fine nei tessuti;

Occhi: da arancione a rosso;

Becco: forte, leggermente convesso;

Cosce: carnose, ricche di piume, senza cuscini;

Tarsi: corti e sottili, gialli, scalzi.

### **Piumaggio**

Struttura: sciolto, folto, liscio.

I pulcini hanno un colore scuro con picchiettature chiare, il piumino del ventre è chiaro e sul capo è presente una macchia marrone scuro.

Gli adulti sono caratterizzati da un piumaggio bianco con macchie nere in tutto il corpo, le penne della mantellina sono argentate, pelle e tarsi sono di colore giallo.

### **Difetti**

Corpo stretto, formazione di cuscini, petto alto e piatto, pelle e tarsi bianchi, bianco negli orecchioni (Baruchello e Cassandro, 2004).

## **1.3.5 Conservazione della Bionda Piemontese**

La conservazione delle razze autoctone è una componente importante della biodiversità avicola.

L'interesse verso i prodotti locali e tipici è in continuo aumento, anche per questo motivo alle popolazioni avicole locali viene attribuito un potenziale profitto economico (FAO, 2015).

Una delle due razze di polli locali della regione Piemonte è la Bionda Piemontese (BP) (Sartore et al., 2016). Gli avicoli BP, in passato considerati a duplice attitudine, sono oggi allevati principalmente per la produzione di carne e vengono macellati a circa 180 giorni di età secondo disciplinare. Gli allevatori di BP sono inseriti nel consorzio per la conservazione delle razze e nel progetto di conservazione della biodiversità delle razze avicole italiane, sostenuto dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MIPAF) (Soglia et al., 2019; Sartore et al., 2019; Schiavone et al., 2017). Nel 2013 la popolazione aviaria di questa razza registrava appena 16.000 esemplari; pertanto, è stato necessario mettere a punto una serie di programmi di conservazione che ne garantissero la salvaguardia (De Marco et al., 2013).

L'uso sostenibile delle risorse genetiche in sistemi estensivi e biologici è una pratica alternativa all'agricoltura industriale, ed è la combinazione perfetta tra la conservazione (scopo principale) e un

sistema di allevamento più rispettoso del benessere degli animali e dell'ambiente (Soglia et al., 2017).

La Bionda Piemontese, caratterizzata da elevata rusticità e lento accrescimento, si adatta bene a questi sistemi alternativi, i quali danno origine a prodotti che sono stati ufficialmente riconosciuti come tradizionali, solitamente venduti come carcasse intere e/o prodotti a base di carne lavorata (Ferrante et al., 2005; Schiavone et al., 2009; Ferrante et al., 2016; De Marco et al., 2013; Strillacci et al., 2017; Schiavone et al., 2015; Mugnai et al., 2017; Sartore et al., 2019; Soglia et al., 2019).

Alcune tra le produzioni tipiche, oltre alle uova e alla classica carne di pollo, sono i capponi ma anche le galline a fine carriera. Con la cresta ed i bargigli, particolarmente sviluppati, si cucina il piatto tipico piemontese “la finanziaria”.

Anche la BP, come altre razze autoctone, è ben radicata nella “storia” del suo territorio d’origine. Infatti, assumeva nomi diversi a seconda delle zone di allevamento ed è quindi nota anche come Bionda di Cuneo, Bionda di Villanova, Rossa delle Crivelle o Nostralina. Le “pulaiere” e i “pulaié” erano i commercianti di pollame che giravano tutte le zone agricole piemontesi per acquistare uova e pollame e rivenderli poi nei mercati delle grandi città.

Tutte queste “proprietà” forniscono un importantissimo contributo al valore di conservazione e supportano, a maggior ragione, la proposta di un'azione in situ.

### 1.3.6 Bionda Piemontese

Vecchia razza italiana da carne e uova, originaria del basso Piemonte (diffusa in tutto il Piemonte era particolarmente allevata nel Cuneese ed in tutti i comuni del parco del Po).

Tipico pollo ruspante dalla forma raccolta, robusta e dalla classica colorazione fulva con coda colorata (Figura 4a; 4b). Sono da selezionare i soggetti tipici, precoci, dall’elevata capacità di deposizione e l’intensa pigmentazione gialla della pelle (Fiav, 2007).

Tabella 3. Dati relativi a soggetti di razza Bionda Piemontese; modificato da Fiav, 2007.

Peso adulti		Colore tarsi	Colore Pelle	Maturità sessuale		Rapporto M/F		Durata incubazione
M	F			M	F	M	F	
Kg 2,5-2,7	Kg 2-2,3	gialli	gialla	6/7 mesi	5/6 mesi	1	10	21 d



*Figura 4a. Gallo e galline di razza Bionda Piemontese coda blu; agraria.org.*



*Figura 4b. Gallo e galline di razza Bionda Piemontese coda nera; agraria.org.*

### **Standard**

Tronco: largo, di media lunghezza, profondo;

Testa: di media grandezza, proporzionata;

Becco: forte, leggermente arcuato, giallo;

Occhi: grandi e vivaci, rosso/arancio;

Cresta: semplice, ben impiantata e robusta, rossa, formata da 4 a 6 denti, il lobo segue la linea della nuca. Diritta nel gallo, nella gallina con la parte posteriore piegata;

Bargigli: di media lunghezza, rossi, lisci;

Faccia: rossa, liscia;

Spalle: larghe ed arrotondate;

Petto: pieno, largo e prominente;

Ventre: pieno e ben arrotondato;

Pelle: gialla;

Orecchioni: di media grandezza, allungati, da bianco crema a gialli;

Collo: di media lunghezza, ben arcuato, con ricca mantellina;

Dorso: largo, di media lunghezza, leggermente inclinato;

Ali: forti, portate orizzontali e aderenti al corpo;

Coda: di lunghezza media, portata aperta e alta, con angolo nel gallo di 65/70° e nella gallina di 50/55° con la linea del dorso;

Zampe: gambe carnose ed evidenti, tarsi di media lunghezza e forti, gialli, quattro dita.

**Piumaggio:** Folto e ben aderente al corpo, ricca mantellina.

**Colorazioni:** Fulva a coda nera e fulva a coda blu.

**Fulva a coda nera**

Piumaggio in generale: fulvo intenso e regolare. Nel gallo mantellina, dorso, spalle e lanceolate della groppa di colore più scuro. Remiganti primarie e secondarie possibilmente nere all'interno e fulve all'esterno. Ad ala chiusa l'ala appare pressoché fulva.

Coda: falciformi del gallo e timoniere nere, piumino giallo.

Difetti gravi: nero sulla mantellina, fulvo troppo chiaro o troppo scuro, prevalenza di fulvo nelle parti richieste nere.

**Fulva a coda blu**

Piumaggio in generale: fulvo intenso e regolare. Nel gallo mantellina, dorso, spalle e lanceolate della groppa di colore più scuro. Remiganti primarie e secondarie possibilmente blu all'interno e fulve all'esterno. Ad ala chiusa l'ala appare pressoché fulva.

Coda: falciformi del gallo e timoniere nere, piumino giallo.

Difetti gravi: blu sulla mantellina, fulvo troppo chiaro o troppo scuro, prevalenza di fulvo nelle parti richieste blu.

**Pregi particolari:** Spiccata vivacità, tipica forma raccolta e soprattutto colore intensamente giallo della pelle.

**Difetti gravi:** mancanza di tipicità; pelle e tarsi non gialli, cresta piegata nel gallo, struttura debole, corpo allungato (Fiav, 2007).



---

## 2. OBIETTIVI

Gli attuali difficili scenari ambientali e geopolitici richiedono produzioni sostenibili che prevedano l'allevamento di animali resistenti ai cambiamenti climatici, con particolare attenzione allo stress termico, promuovendo anche l'impiego di mangimi alternativi alle materie prime convenzionali. I genotipi di pollo a crescita lenta sono in grado di adattarsi senza difficoltà a condizioni ambientali e nutrizionali difficili (Castellini et al., 2002b, 2016) e i tratti sensoriali, nutrizionali e tecnologici della loro carne sono in gran parte diversi da quelli dei genotipi commerciali (Fanatico et al., 2005; Castellini et al., 2002a). Pertanto, questi animali possono fungere da fonte di biodiversità negli incroci e nei genotipi commerciali per un sistema di produzione sostenibile (Soleimani et al., 2011). Tuttavia, i dati sulle prestazioni dei genotipi sono scarsi (Soglia et al. 2020) e non sono disponibili studi sulla loro risposta in condizioni ambientali difficili (Deeb e Cahaner, 2001), mentre sono stati pubblicati diversi rapporti sugli effetti dello stress termico sui genotipi commerciali standard (Brugaletta et al., 2022). Questa mancanza di informazioni è particolarmente rilevante quando si considerano le razze locali italiane, come la Robusta Maculata e la Bionda Piemontese, polli a duplice attitudine rispettivamente originari del Veneto e del Piemonte, nel nord-est dell'Italia, che potrebbero essere interessanti per la loro produzione di carne e uova (Ferrante et al., 2016).

Il presente studio mira, dunque, a determinare la risposta di diversi genotipi (un ibrido commerciale e due razze locali italiane, rispettivamente Ross 308, Robusta maculata e Bionda Piemontese) in diverse condizioni ambientali (temperatura normale o elevata) per quanto riguarda le prestazioni produttive, i tratti della carcassa e le proprietà reologiche, nutrizionali e sensoriali della carne.



---

## 3. MATERIALI E METODI

### 3.1 Dichiarazione etica

Lo studio è stato approvato dal Comitato Etico per la Sperimentazione Animale (Organismo Preposto al Benessere degli Animali, OPBA) dell'Università di Padova (progetto 7/2021; Prot. n. 15481, approvato il 01/02/2021). Tutti gli animali sono stati trattati secondo i principi della Direttiva CE 2010/63/UE sulla protezione degli animali utilizzati a fini sperimentali o ad altri fini scientifici. Il personale di ricerca coinvolto nella manipolazione degli animali era costituito da specialisti (dottorato di ricerca o master in scienze animali) e da medici veterinari.

### 3.2 Strutture, animali, disegno sperimentale e rilievi

La sperimentazione è stata condotta presso le strutture di allevamento per avicoli dell'Università di Padova (Legnaro, Padova, Italia) in un edificio chiuso, nel periodo compreso tra ottobre e marzo. Il locale disponeva di due stanze identiche, entrambe dotate di sistema di raffreddamento, ventilazione forzata, riscaldamento radiante e sistemi di illuminazione controllata. Ogni stanza era dotata di un data logger (P5185, PeakTech, Prüf- und Messtechnik GmbH Gerstenstieg, Ahrensburg, Germania) posizionato al centro della stanza a circa 30 cm dal suolo per registrare la temperatura giornaliera e l'umidità relativa durante le 24 ore. Sono stati utilizzati 24 recinti (Figura 5a; 5b) in rete metallica (1,25 m di larghezza × 2,60 m di lunghezza × 1,20 m di altezza; 3,25 m<sup>2</sup> superficie totale; 12 recinti per stanza).



*Figura 5a. Recinti in allestimento.*



*Figura 5b. Recinti con lettiera e lampade riscaldanti.*

Ogni recinto era dotato di 5 abbeveratoi automatici (Figura 6b) e di una mangiatoia circolare (diametro: 37 cm) per la distribuzione manuale del mangime (Figura 6a). I recinti avevano un pavimento in cemento ricoperto da una lettiera mista di trucioli di legno e paglia trinciata (profondità 5 cm, 2,5 kg/m<sup>2</sup>) (Figura 6b).



Figura 6a. Riempimento manuale mangiatoie.



Figura 6b. Abbeveratoi automatici, preparazione lettiera.

Nei primi due giorni dopo l'arrivo dei pulcini sono state fornite ventiquattro ore di luce. In seguito, sono state progressivamente ridotte fino a raggiungere un programma di illuminazione di 18L:16B, che è stato mantenuto a partire dal 12° giorno. Sono stati utilizzati 240 pulcini di due giorni di età di entrambi i sessi appartenenti a tre genotipi: 105 pulcini di una linea genetica commerciale a crescita rapida, Ross-308 (Aviagen Group, Regno Unito) (52 femmine, 53 maschi) (Figura 7a); 100 pulcini di Bionda Piemontese (56 femmine, 44 maschi) (Figura 7b) e 35 pulcini di Robusta Maculata (16 femmine, 19 maschi) (Figura 7c).

Per quanto riguarda l'origine, le uova di Ross provenivano da un allevamento commerciale standard; le uova di RM e BP sono state prodotte, rispettivamente, presso le strutture sperimentali dell'Università di Perugia e dell'Università di Torino. Le uova dei tre genotipi sono state incubate nelle stesse condizioni nello stesso incubatoio commerciale. Per le due razze locali, le uova disponibili per l'incubazione erano 150 per BP e 196 per RM. Le uova fertili sono state 144 e 47 rispettivamente per BP e RM, mentre le uova schiuse sono state 103 per BP e 33 per RM. A causa



della bassa fertilità e delle prestazioni di schiusa, il numero finale di pulcini RM disponibili per la sperimentazione è stato inferiore a quello previsto.



Figura 7a. Accasamento pulcini Ross 308.



Figura 7b. Accasamento pulcini Bionda Piemontese.



Figura 7c. Accasamento pulcini Robusta Maculata.

Tutti i pulcini sono stati vaccinati contro la coccidiosi, la malattia di Marek, la bronchite infettiva e la malattia di Newcastle presso l'incubatoio e sono stati consegnati da un circuito commerciale autorizzato alle strutture sperimentali dell'Università di Padova. All'arrivo i pulcini sono stati identificati individualmente con una fascetta sulla zampa (Figura 8a; 8b) e distribuiti nei 24 recinti in 12 gruppi sperimentali (2 repliche per gruppo) secondo una disposizione tri-fattoriale, con tre genotipi (Ross 308, BP e RM), due temperature ambientali (normale o più alta) e due sessi, fino alla macellazione, ovvero a 42 giorni di età per i Ross 308 e a 99 giorni di età per i polli RM e BP.



Figura 8a. Preparazione fascette identificative.



Figura 8b. Applicazione fascette identificative.

Il numero di polli per recinto era di 13-14 per Ross-308, 12-14 per BP e 4-5 per RM. Per quanto riguarda la temperatura ambientale, l'intervallo utilizzato nella stanza in condizioni standard era coerente con le raccomandazioni per i polli da carne alla terza settimana di età (Aviagen, 2018).

Quindi, la temperatura media nelle 24 ore della stanza standard era in media di  $-4,7^{\circ}\text{C}$  inferiore alla temperatura media dell'altra stanza (Figura 9).

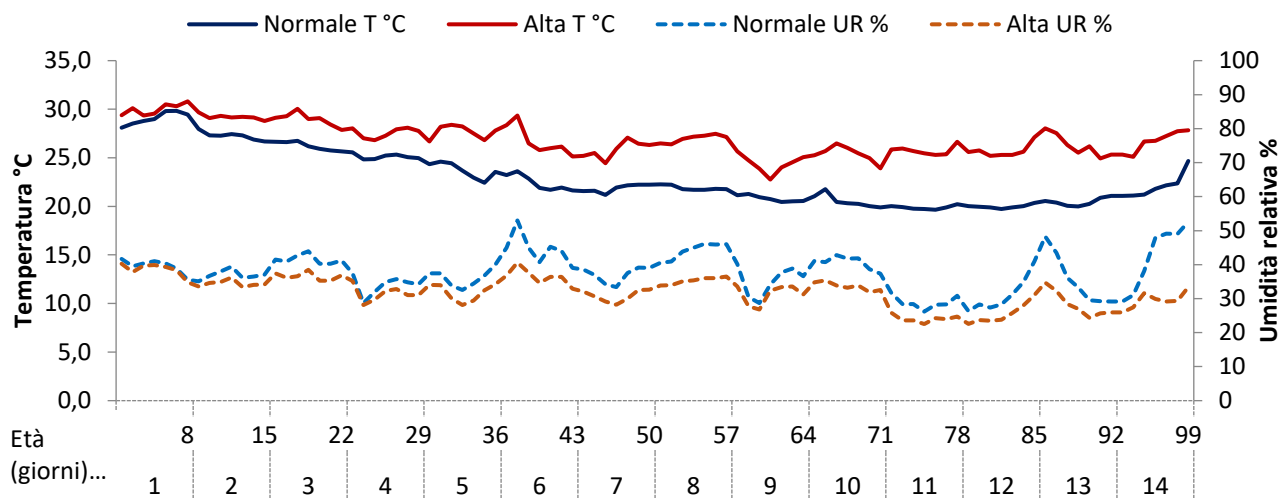


Figura 9. Andamento della temperatura e dell'umidità relativa ambientale nei locali di allevamento a temperatura normale ed elevata.

Durante la sperimentazione sono state somministrate ai polli due diete commerciali in forma sbriciolata (Figura 10).



Figura 10. Mangime in forma sbriciolata.

La dieta del primo periodo è stata somministrata fino a 23 giorni ai polli Ross-308 e fino a 42 giorni ai polli RM e BP e conteneva proteina grezza 20,2%, estratto etero 4,88%, fibra grezza 1,13%, lisina 1,27%, metionina 0,58%, calcio 1,10%, fosforo 0,72%. La dieta del secondo periodo è stata somministrata da 24 a 42 giorni a polli Ross-308 e da 43 a 99 giorni a polli RM e BP e conteneva proteine grezze 19,3%, estratto etero 4,60%, fibra grezza 1,42%, lisina 1,06%, metionina 0,49%, calcio 0,90%, fosforo 0,70%. Le diete sono state prodotte da un mangimificio commerciale (Consorzio Agrario di Treviso e Belluno, Paese, TV, Italia). Gli animali sono stati pesati

individualmente il giorno del loro arrivo e poi una volta alla settimana fino alla macellazione commerciale (Figura 11a; 11b). La mortalità e il consumo di mangime nel recinto sono stati misurati quotidianamente durante la sperimentazione.



Figura 11a. Pesata settimanale.



Figura 11b. Pesata settimanale.

### 3.3 Macellazione commerciale e dissezione carcasse

A 42 giorni di età per Ross 308 e a 99 giorni per BP e RM, tutti i polli sono stati macellati in un macello commerciale, dopo circa 7 ore di sospensione del mangime e circa 4 ore di sospensione dell'acqua. Le carcasse sono state recuperate dopo 2 ore di refrigerazione a 2°C, pesate individualmente per misurare la resa alla macellazione e trasportate ai laboratori DAFNAE per essere conservate a 2°C per 24 ore. Successivamente tutte le carcasse sono state sottoposte ad esame grossolano per valutare la presenza (presenza o assenza) e il grado (normale, moderato, grave) di White Stripes (WS) (Figura 12a) sul muscolo pettorale maggiore (Kuttappan et al., 2012, 2013), e la presenza (presenza o assenza) di Wooden Breast (WB) (Sihvo et al., 2014) e di Spaghetti Meat (SM) (Figura 12b) (Baldi et al., 2018).

Dopodiché, sono state selezionate 128 carcasse (6 per recinto per Ross 308 e BP, 4 per recinto per RM), rappresentative del peso vivo medio e della deviazione standard di ogni recinto, quando possibile, e sezionate per i tagli principali (petto, ali, sovracosce e fusi) (Petracci e Baéza, 2011). I muscoli pettorali maggiori destro e sinistro sono stati separati e tutti i 128 muscoli del petto destro sono stati utilizzati per l'analisi delle proprietà reologiche della carne (pH, ritenzione idrica, colore e durezza).





Figura 12a. White Stripes (WS).



Figura 12b. Spaghetti Meat (SM).

Un totale di 72 muscoli pettorali destri (3 per recinto selezionati da animali rappresentativi del peso vivo medio di ogni recinto; 6 per gruppo sperimentale) sono stati utilizzati per le analisi della composizione della carne, del profilo degli acidi grassi e della perossidazione lipidica. Inoltre, 72 muscoli sinistri (3 per recinto selezionati da volatili rappresentativi del peso vivo medio di ogni recinto; 6 per gruppo sperimentale) sono stati conservati sottovuoto in sacchetti di plastica a  $-18^{\circ}\text{C}$  fino all'analisi sensoriale.

### 3.4 Analisi reologiche della carne

I valori di pH dei muscoli pettorali maggiori sono stati misurati in triplo sul loro lato ventrale con un pHmetro (Basic 20, Crison Instruments Sa, Carpi, Italia) dotato di un elettrodo specifico (cat. 5232, Crison Instruments Sa, Carpi, Italia) (Figura 13a). Gli indici di colore  $L^*a^*b^*$  sono stati misurati in triplo nel lato ventrale degli stessi muscoli utilizzando uno spettrofotometro Minolta CM508 C (Minolta Corp., Ramsey, NJ) (Figura 13b) (Petracci e Baéza, 2011). Dopo aver misurato gli indici di pH e colore, una porzione di carne ( $8\text{ cm} \times 4\text{ cm} \times 3\text{ cm}$ ) è stata separata dal lato craniale del muscolo pettorale maggiore, parallelamente alla direzione delle fibre muscolari, e conservata sottovuoto in sacchetti di plastica a  $-18^{\circ}\text{C}$  fino all'analisi della carne. Le perdite di cottura sono state misurate in questo taglio secondo Petracci e Baéza (2011).





Figura 13a. Rilievi con pHmetro.



Figura 13b. Rilievi con spettrofotometro.

Dopo lo scongelamento, la porzione di carne è stata cotta a bagnomaria (all'interno del suo sacchetto di plastica) a 80°C fino al raggiungimento della temperatura interna di 80°C. Dopo 40 minuti di raffreddamento, una porzione di carne (4 cm × 2 cm × 1 cm) (Figura 14a) è stata separata dal taglio cotto per valutare la forza di taglio massima con un dinamometro LS5 (Lloyd Instruments Ltd, Bognor Regis, Regno Unito) utilizzando la sonda Allo-Kramer (10 lame) (cella di carico: 500 kg; distanza tra le lame: 5 mm; spessore: 2 mm; velocità di taglio: 250 mm/min) (Figura 14b) (Mudalal et al., 2015).



Figura 14a. Porzione di carne (4 cm × 2 cm × 1 cm) separata dal taglio cotto.



Figura 14b. Valutazione della forza di taglio massima con dinamometro LS5.

### 3.5 Composizione chimica della carne e perossidazione lipidica

Dopo il campionamento per le perdite di cottura, il pettorale maggiore destro residuo di 72 muscoli del petto destro è stato macinato individualmente con il Grindomix GM 200 (Retsch GmbH,

Haan, Germania). Un'aliquota di carne fresca è stata utilizzata per determinare le sostanze reattive dell'acido tiobarbiturico (TBAR) come marker della perossidazione lipidica; la carne rimanente è stata liofilizzata, rimacinata e utilizzata per determinare i contenuti di sostanza secca (934,01), ceneri (967,05), proteine grezze (2001,11) ed estratto etereo (991,36) (AOAC, 2000). I TBAR sono stati valutati secondo Botsoglou et al. (1994) utilizzando misure spettrofotometriche (Jasco Mod. 7800 UV/VIS) a 532 nm e i dati sono stati espressi come mg di malondialdeide (MDA)/kg.

### **3.6 Analisi statistiche**

I dati individuali del peso vivo, della crescita giornaliera e dei tratti della carcassa sono stati analizzati mediante analisi della varianza (ANOVA) utilizzando il software PROC MIXED di SAS (SAS Institute Inc., 2013). Il modello includeva genotipo, temperatura ambiente e sesso e loro interazioni come fattori principali di variabilità e il recinto come effetto casuale; il peso vivo iniziale è stato incluso come covariata. I dati relativi all'assunzione di cibo e all'indice di conversione sono stati analizzati mediante ANOVA con gli stessi fattori principali utilizzando PROC GLM (SAS Institute Inc., 2013). La presenza di miopatie nei polli Ross al momento della macellazione commerciale è stata analizzata con il PROC CATMOD (SAS Institute Inc., 2013) in base alla temperatura ambiente, al sesso e alle loro interazioni. Le differenze tra le medie con  $P \leq 0,05$  sono state accettate come statisticamente significative. Per confrontare le medie è stato utilizzato il t-test di Bonferroni.

---

## 4. RISULTATI

### 4.1 Prestazioni produttive

Il peso iniziale rilevato all'arrivo dei pulcini ha presentato differenze significative tra genotipi diversi, con un peso medio di circa 40 g per i soggetti Ross 308 e di circa 30 g per le due razze locali (risultati non riportati in tabella).

Come atteso, i polli Ross 308 hanno mostrato peso vivo finale, consumo e accrescimento medio giornaliero più elevati e indice di conversione alimentare migliore rispetto alle razze locali (Figura 15). Inoltre, i polli RM sono risultati più performanti ed efficienti di quelli BP, ottenendo un più elevato accrescimento medio giornaliero (+27,5%;  $P < 0,001$ ) e peso vivo finale (+25,1%;  $P < 0,001$ ) e un indice di conversione alimentare inferiore (-13,5%;  $P < 0,001$ ) rispetto ai polli BP (Figura 15).

All'aumentare della temperatura ambientale, si è ridotto l'accrescimento medio giornaliero (-23,7%;  $P < 0,001$ ), il consumo di mangime (-12,6%;  $P < 0,001$ ) e il peso vivo finale (-18,8%;  $P < 0,001$ ) degli animali (Figura 16).

I maschi hanno sempre registrato un maggiore accrescimento giornaliero (+24,4%;  $P < 0,001$ ) e un maggiore peso vivo finale (+28,1%;  $P < 0,001$ ), associati ad una maggiore assunzione di mangime (+17,6%;  $P < 0,001$ ) e ad un più basso indice di conversione alimentare rispetto alle femmine (-7,0%;  $P < 0,01$ ) (Figura 17).

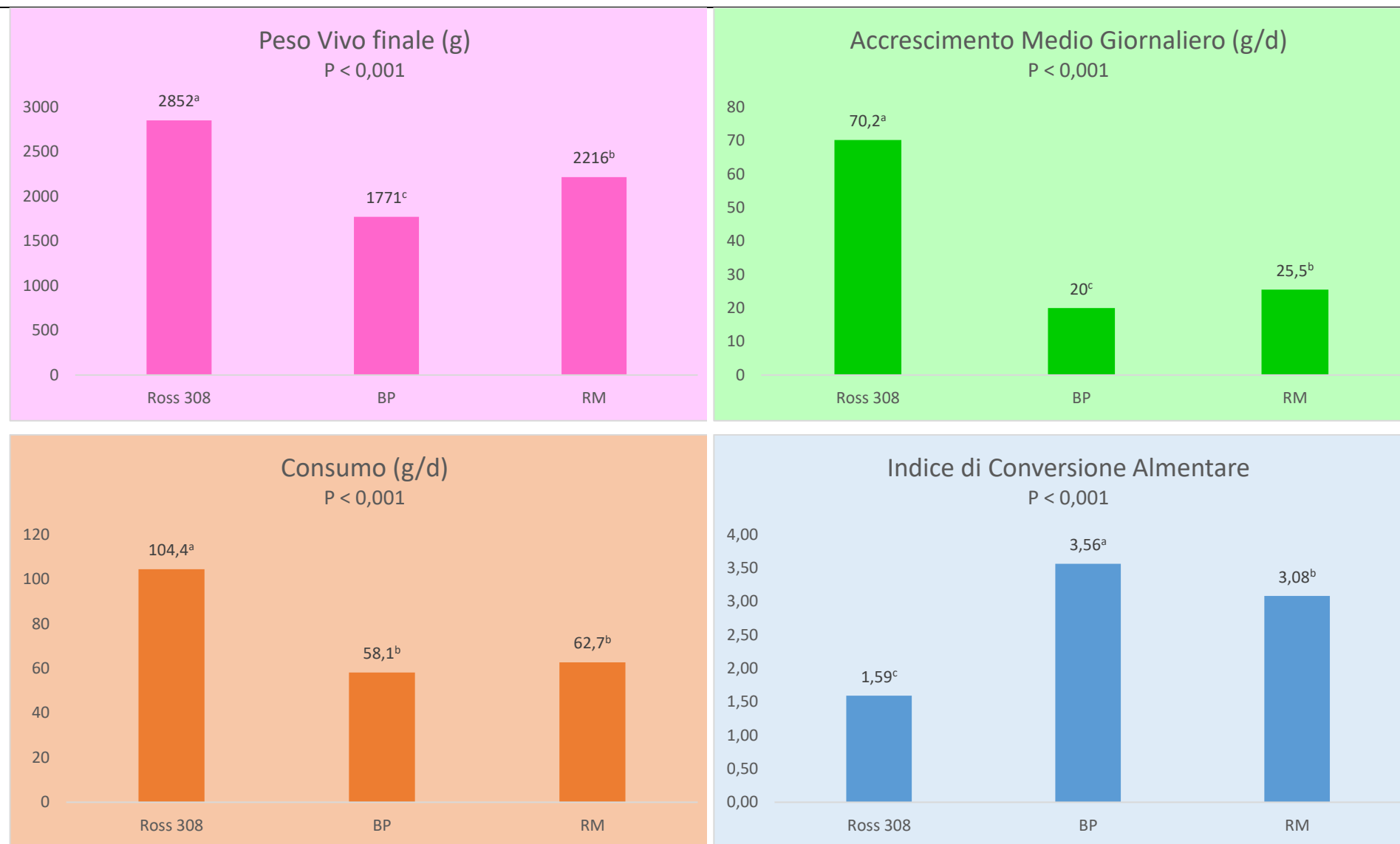


Figura 15. Dati di peso vivo finale, accrescimento medio giornaliero, consumo e indice di conversione in polli Ross 308, Bionda Piemontese (BP) e Robusta Maculata (RM) registrati dalla schiusa alla macellazione (1-42 giorni di età per Ross 308; 1-99 giorni di età per BP e RM). <sup>a,b,c</sup> Lettere diverse sopra gli istogrammi indicano medie significativamente diverse ( $P < 0.05$ ).

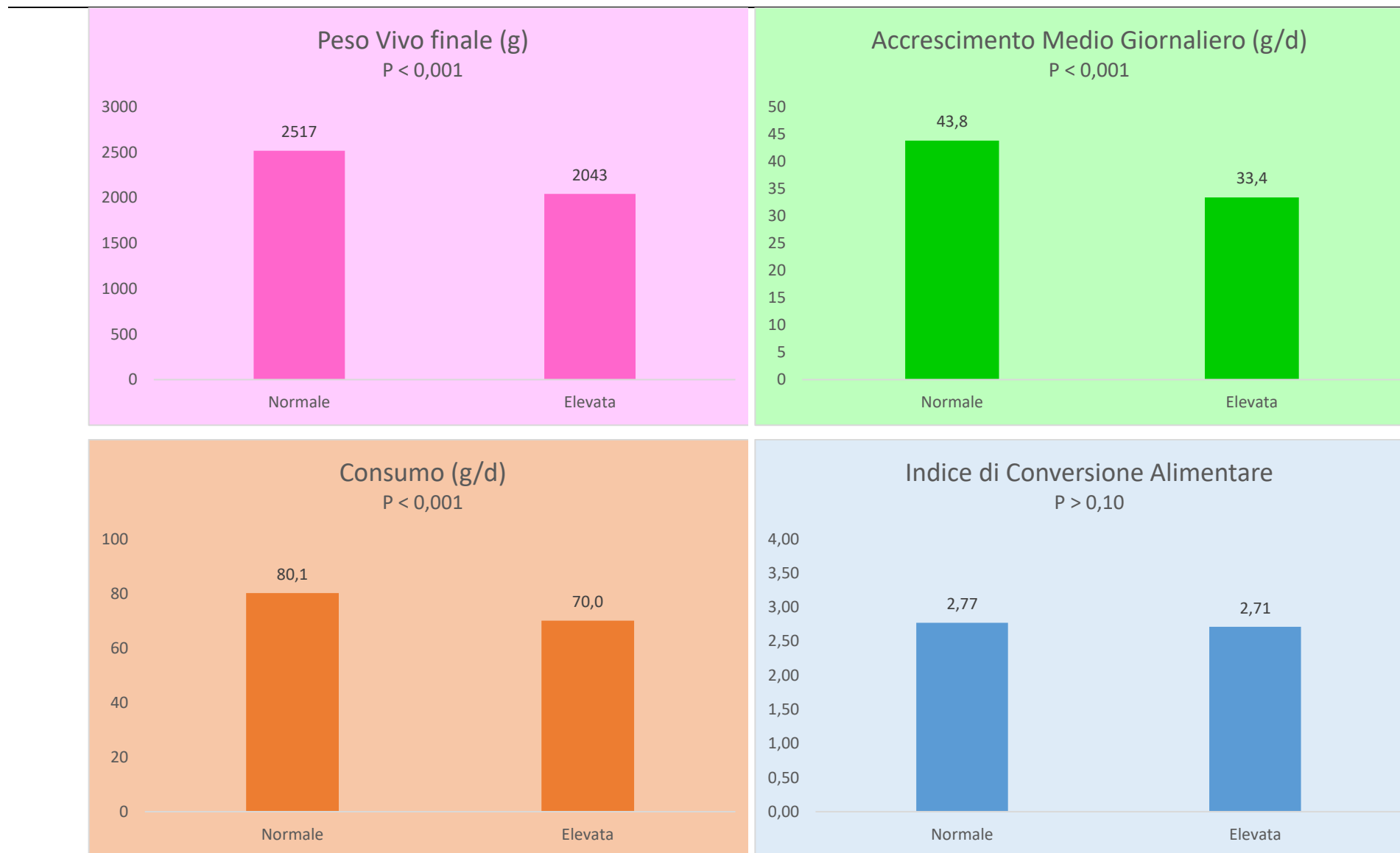


Figura 16. Effetto della temperatura ambientale su peso vivo finale, accrescimento medio giornaliero, consumo e indice di conversione in polli Ross 308, Bionda Piemontese (BP) e Robusta Maculata (RM) registrati dalla schiusa alla macellazione (1-42 giorni di età per Ross 308; 1-99 giorni di età per BP e RM).

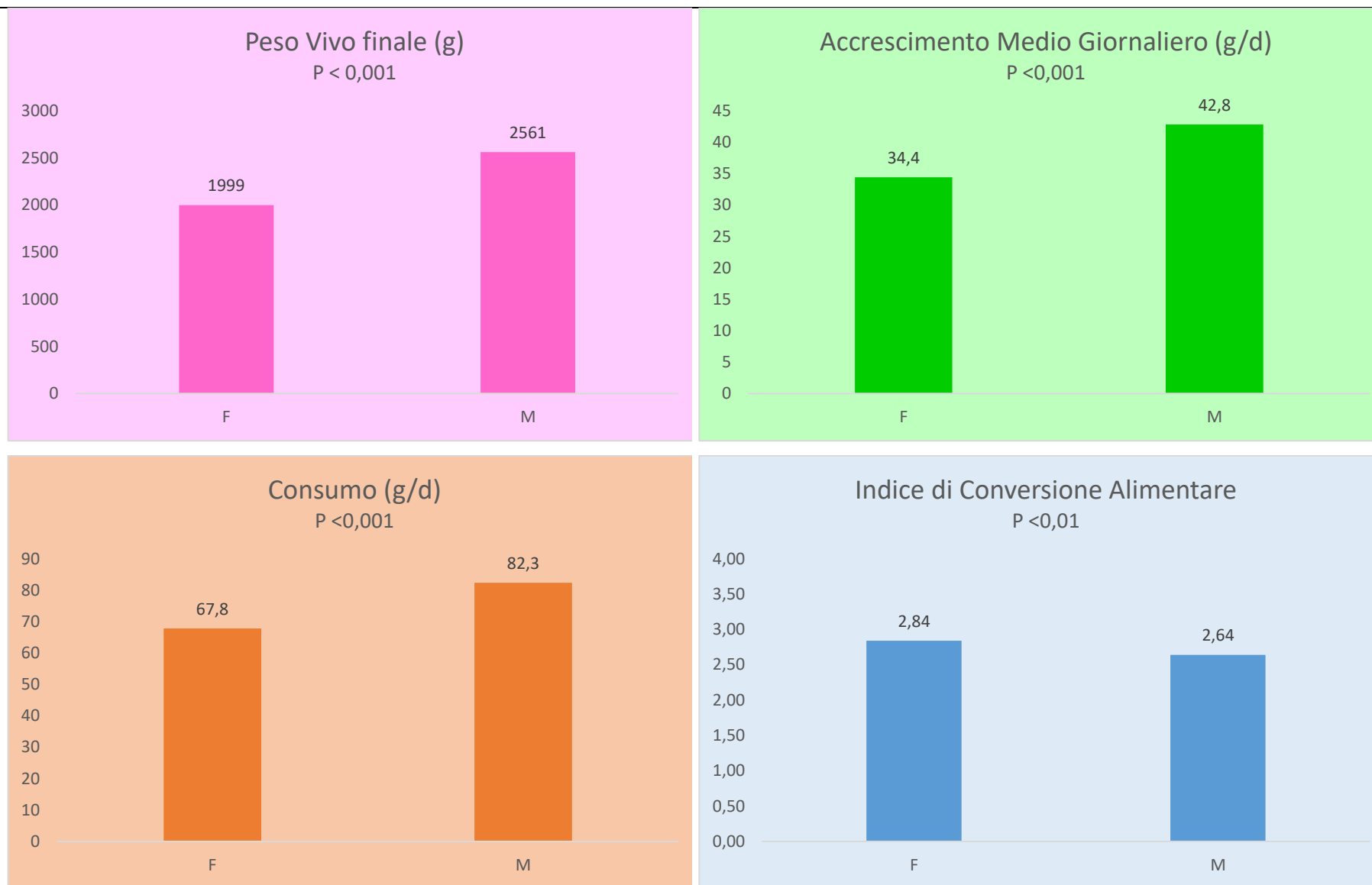


Figura 17. Effetto del sesso su peso vivo finale, accrescimento medio giornaliero, consumo e indice di conversione in polli Ross 308, Bionda Piemontese (BP) e Robusta Maculata (RM) registrati dalla schiusa alla macellazione (1-42 giorni di età per Ross 308; 1-99 giorni di età per BP e RM).

## 4.2 Risultati della macellazione

Coerentemente con il peso vivo finale, i polli Ross hanno presentato le carcasse più pesanti e le rese più elevate alla macellazione (soprattutto per quanto riguarda il petto), mentre i polli RM hanno ottenuto risultati migliori rispetto ai polli BP ( $P < 0,001$ ; Tabella 4).

Una tendenza opposta è stata registrata per le proporzioni degli altri tagli (ali, cosce, fusi e arti posteriori) senza differenze tra RM e BP ( $P < 0,001$ ). Per quanto riguarda le condizioni ambientali, i polli più leggeri sottoposti a temperature più elevate hanno mostrato anche un peso della carcassa a freddo inferiore (-17,9%;  $P < 0,001$ ), mentre la resa alla macellazione è aumentata (+1,9%;  $P < 0,01$ ). Tuttavia, le proporzioni di petti e pettorali maggiori sono diminuite nei primi rispetto ai secondi (-2,6% e -4,1%, rispettivamente;  $P < 0,05$ ), mentre quella dei fuselli è aumentata (+2,1%;  $P < 0,05$ ). I polli maschi hanno mostrato un peso delle carcasse fredde (+27,7%), sovracosce (+4,8%), cosce (o fusi) (+10,1%) e percentuale di arti posteriori (+6,7%) maggiori rispetto alle femmine ( $P < 0,001$ ). Diversamente, la proporzione di resa del petto (-5,1%;  $P < 0,001$ ) e delle ali (-5,9%;  $P < 0,01$ ) era inferiore nei maschi rispetto alle femmine.

## 4.1 Qualità della carne

Per quanto riguarda il muscolo *P. major*, i polli Ross hanno registrato il valore di pH più alto ( $P < 0,01$ ). Questo parametro è strettamente correlato alla consistenza, al colore e alla capacità di trattenere l'acqua. Pertanto, i polli Ross hanno mostrato i più alti indici di luminosità e del giallo, oltre alle più alte perdite di cottura (+25,2% in media), mentre il BP ha mostrato il più alto indice del rosso ( $P < 0,001$ ) (Tabella 5). La carne dei polli Ross ha presentato un contenuto di acqua e di estratto etereo significativamente più elevato rispetto ai polli BP e RM ( $P < 0,001$ ). Diversamente, la carne di pollo Ross ha mostrato contenuti di proteine grezze (-21,0%) e ceneri (-7,0%) significativamente più bassi rispetto alla carne di pollo BP e RM ( $P < 0,001$ ) (Tabella 5).

La temperatura ambientale non ha influenzato nessuna delle proprietà tecnologiche della carne, la composizione prossimale e l'indice di perossidazione lipidica.

I petti dei maschi hanno presentato valori di pH ultimo più elevati rispetto alle femmine (+2,2%;  $P < 0,001$ ). Gli indici di luminosità e del giallo erano più bassi nei maschi rispetto alle femmine (-2,2% e -8,7%, rispettivamente;  $0,01 < P < 0,001$ ). Il contenuto di acqua, proteine grezze e ceneri della carne è risultato significativamente inferiore nei maschi rispetto alle femmine ( $P < 0,05$ ) (Tabella 5).

Tabella 4. Risultati della macellazione e caratteristiche della carcassa (medie) di polli Ross 308, Bionda Piemontese (BP) e Robusta Maculata (RM) allevati a sessi separati, a temperatura ambientale normale (N) o elevata (H).

	Genotipo (G)			Temperatura stanza (T)		Sesso (S)		P-value			RMSE
	Ross 308 <sup>1</sup>	BP <sup>2</sup>	RM <sup>2</sup>	Normale	Alta	Femmine	Maschi	G	T	S	
<b>Polli, n°</b>	48	48	32	64	64	64	64				
<b>Peso carcassa fredda, g CF</b>	2132 <sup>a</sup>	1222 <sup>c</sup>	1561 <sup>b</sup>	1800	1477	1439	1837	<0,001	<0,001	<0,001	156
<b>Resa carcassa, %</b>	74,9 <sup>a</sup>	67,9 <sup>c</sup>	69,8 <sup>b</sup>	70,2	71,5	70,9	70,9	<0,001	<0,01	0,907	1,95
<b>Carcasse sezionate, n</b>	48	48	30	63	63	63	63				
<b>Resa petto, % CF</b>	40,4 <sup>a</sup>	23,5 <sup>c</sup>	28,0 <sup>b</sup>	31,0	30,2	31,4	29,8	<0,001	<0,05	<0,001	1,74
<b>P. major, % CF</b>	26,3 <sup>a</sup>	10,5 <sup>c</sup>	13,4 <sup>b</sup>	17,1	16,4	17,0	16,5	<0,001	<0,05	0,146	1,78
<b>Ali, % CF</b>	9,9 <sup>b</sup>	12,6 <sup>a</sup>	12,0 <sup>a</sup>	11,3	11,5	11,8	11,1	<0,001	0,293	0,005	1,35
<b>Sovracosce, % CF</b>	15,3 <sup>b</sup>	17,8 <sup>a</sup>	18,0 <sup>a</sup>	17,1	17,0	16,6	17,4	<0,001	0,732	0,001	1,25
<b>Cosce (fusi), % CF</b>	12,8 <sup>b</sup>	15,4 <sup>a</sup>	15,6 <sup>a</sup>	14,5	14,8	13,9	15,3	<0,001	<0,05	<0,001	0,80
<b>Arti posteriori, % CF</b>	28,1 <sup>b</sup>	33,2 <sup>a</sup>	33,6 <sup>a</sup>	31,5	31,8	30,6	32,7	<0,001	0,365	<0,001	1,39

RSME, errore quadratico medio. <sup>1</sup> Macellato a 42 giorni di età. <sup>2</sup> Macellato a 99 giorni di età. <sup>3</sup> Carcasse senza zampe. <sup>4</sup> Con ossa e pelle. <sup>a,b,c</sup> I valori con apici diversi all'interno della stessa riga ed effetto sono significativamente diversi ( $p < 0.05$ ).



Tabella 5. Caratteristiche reologiche, stato di ossidazione lipidica (TBAR) e composizione chimica del muscolo pettorale maggiore di polli Ross 308, Bionda Piemontese (BP) e Robusta Maculata (RM) allevati a sessi separati, a temperatura ambientale normale o elevata.

	Genotipo (G)			Temperatura stanza (T)		Sesso (S)		P-value			RMSE
	Ross 308 <sup>1</sup>	BP <sup>2</sup>	RM <sup>2</sup>	Normale	Alta	Femmine	Maschi	G	T	S	
<b>P. major, n°</b>	48	48	32	64	64	64	64				
<b>pH</b>	5,98 <sup>a</sup>	5,83 <sup>b</sup>	5,87 <sup>b</sup>	5,89	5,90	5,83	5,96	<0,01	0,754	<0,001	0,19
<b>L*</b>	53,0 <sup>a</sup>	46,7 <sup>b</sup>	47,5 <sup>b</sup>	48,7	49,4	49,8	48,7	<0,001	0,163	<0,01	2,44
<b>a*</b>	0,76 <sup>b</sup>	1,93 <sup>a</sup>	0,86 <sup>b</sup>	1,19	1,17	1,10	1,26	<0,001	0,903	0,295	0,82
<b>b*</b>	13,9 <sup>a</sup>	13,2 <sup>b</sup>	12,6 <sup>b</sup>	13,3	13,2	13,8	12,6	<0,001	0,602	<0,001	1,37
<b>Perdite di cottura, %</b>	41,3 <sup>a</sup>	33,1 <sup>b</sup>	32,9 <sup>b</sup>	36,0	35,5	35,5	36,0	<0,001	0,557	0,502	4,19
<b>Forza di taglio, kg/g</b>	4,65	6,09	4,88	4,89	5,52	4,68	5,74	0,328	0,487	0,243	4,95
<b>Muscoli del petto, n</b>	24	24	24	36	36	36	36				
<b>TBAR, mg/kg</b>	0,10	0,16	0,16	0,13	0,15	0,15	0,13	0,146	0,527	0,552	0,09
<b>Sostanza Secca, %</b>	22,4 <sup>b</sup>	26,2 <sup>a</sup>	26,1 <sup>a</sup>	24,9	24,9	25,2	24,6	<0,001	0,800	<0,05	1,03
<b>Acqua, %</b>	77,6 <sup>a</sup>	73,8 <sup>b</sup>	73,9 <sup>b</sup>	75,1	75,1	74,8	75,4	<0,001	0,800	<0,05	1,04
<b>Proteina Grezza, %</b>	19,2 <sup>b</sup>	24,3 <sup>a</sup>	24,3 <sup>a</sup>	22,7	22,5	22,9	22,3	<0,001	0,606	<0,05	0,97
<b>Estratto etereo, %</b>	2,24 <sup>a</sup>	0,75 <sup>b</sup>	0,65 <sup>b</sup>	1,14	1,28	1,16	1,27	<0,001	0,188	0,307	0,43
<b>Ceneri, %</b>	1,07 <sup>b</sup>	1,14 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	1,12	1,12	1,13	1,11	<0,001	0,934	0,017	0,03

RSME, errore quadratico medio. <sup>1</sup> Macellato a 42 giorni di età. <sup>2</sup> Macellato a 99 giorni di età. <sup>a,b,c</sup> I valori con apici diversi all'interno della stessa riga ed effetto sono significativamente diversi (p<0.05).

Sono state registrate interazioni significative tra i principali fattori sperimentali.

Per quanto riguarda l'interazione tra genotipo e temperatura ambientale (Tabella 6), la diminuzione dell'aumento di peso giornaliero e del peso vivo finale è stata maggiore tra la stanza standard e quella ad alta temperatura nei polli Ross 308 e BP rispetto ai polli RM (Tabella 6). Inoltre, la carcassa fredda è diminuita per tutti i genotipi allevati in condizioni di temperatura più elevata, ma soprattutto nei polli Ross 308. I polli Ross hanno mostrato una riduzione della resa del petto e della resa in *P. major* quando sono stati allevati a temperature ambientali elevate, mentre RM e BP non hanno subito variazioni di rilievo.

Tabella 6. Interazioni significative "Genotipo × Temperatura ambiente" su prestazioni di crescita, tratti di macellazione e proprietà sensoriali dei filetti di petto di polli Ross-308, Bionda Piemontese (BP) e Robusta Maculata (RM).

Genotipo	ROSS 308	BP	RM	ROSS 308	BP	RM
	Normale			Alta		
<b>Prestazioni produttive</b>						
<b>Peso Vivo finale, g</b>	3256 <sup>a</sup>	1924 <sup>c</sup>	2390 <sup>b</sup>	2440 <sup>b</sup>	1623 <sup>d</sup>	2091 <sup>c</sup>
<b>Accrescimento, g/d</b>	76.6 <sup>a</sup>	22.1 <sup>d</sup>	27.5 <sup>c</sup>	57.2 <sup>b</sup>	16.8 <sup>e</sup>	22.3 <sup>cd</sup>
<b>Caratteristiche carcassa</b>						
<b>Peso carcassa fredda, g CF</b>	2414 <sup>a</sup>	1329 <sup>d</sup>	1657 <sup>c</sup>	1851 <sup>b</sup>	1115 <sup>e</sup>	1465 <sup>d</sup>
<b>Resa petto, % CF</b>	41.6 <sup>a</sup>	23.6 <sup>d</sup>	27.9 <sup>c</sup>	39.3 <sup>b</sup>	23.3 <sup>d</sup>	28.0 <sup>c</sup>
<b><i>P. major</i>, % CF</b>	27.5 <sup>a</sup>	10.5 <sup>d</sup>	13.3 <sup>c</sup>	25.0 <sup>b</sup>	10.6 <sup>d</sup>	13.5 <sup>c</sup>
<b>Sovracosce, % CF</b>	15.0 <sup>b</sup>	18.0 <sup>a</sup>	18.2 <sup>a</sup>	15.7 <sup>b</sup>	17.6 <sup>a</sup>	17.7 <sup>a</sup>
<b>Arti posteriori, % CF</b>	27.5 <sup>c</sup>	33.3 <sup>a</sup>	33.8 <sup>a</sup>	28.7 <sup>b</sup>	33.2 <sup>a</sup>	33.4 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> I valori con apici diversi all'interno della stessa riga ed effetto sono significativamente diversi ( $p < 0.05$ ).

È stata registrata un'interazione significativa tra genotipo × sesso sull'aumento di peso giornaliero, laddove i maschi hanno mostrato valori più elevati per tutti i genotipi rispetto alle femmine con la sola eccezione dei maschi BP che hanno mostrato valori simili alle femmine RM (Tabella 7). Inoltre, sono state registrate interazioni tra genotipo e sesso sulla resa a freddo della carcassa e del petto e sul colore della carne (Tabella 7). Infatti, i maschi hanno registrato valori di carcassa fredda più elevati per tutti i genotipi rispetto alle femmine, tuttavia, la resa del petto nei polli Ross e BP è diminuita, mentre è rimasta invariata nei polli RM. I polli maschi Ross hanno mostrato perdite di cottura più elevate rispetto alle femmine, mentre i valori delle perdite di cottura BP e RM sono rimasti invariati tra maschi e femmine. Il contenuto di proteine grezze è risultato

inferiore nei polli maschi Ross rispetto alle femmine, mentre dati simili sono stati riscontrati nei polli maschi e femmine di BP e RM.

*Tabella 7. Interazioni significative "Genotipo × Sesso" su performance di crescita, caratteristiche di macellazione e qualità dei filetti di petto di polli Ross-308, Bionda Piemontese (BP) e Robusta Maculata (RM).*

Genotipo	ROSS 308	BP	RM	ROSS 308	BP	RM
Sesso	Femmine			Maschi		
<b>Prestazioni produttive</b>						
<b>AMG, g/d</b>	61.0 <sup>b</sup>	16.9 <sup>e</sup>	21.3 <sup>d</sup>	72.8 <sup>a</sup>	22.0 <sup>d</sup>	28.4 <sup>c</sup>
<b>Caratteristiche di macellazione</b>						
<b>Resa petto, % CF</b>	40.9 <sup>a</sup>	24.9 <sup>d</sup>	28.4 <sup>c</sup>	39.9 <sup>b</sup>	22.0 <sup>e</sup>	27.5 <sup>c</sup>
<b>Ali, % CF</b>	9.6 <sup>c</sup>	12.5 <sup>ab</sup>	13.1 <sup>a</sup>	9.6 <sup>c</sup>	12.7 <sup>ab</sup>	11.8 <sup>b</sup>
<b>Cosce (fusi), % CF</b>	12.7 <sup>d</sup>	14.2 <sup>c</sup>	15.0 <sup>b</sup>	12.9 <sup>d</sup>	16.7 <sup>a</sup>	16.2 <sup>a</sup>
<b>Arti posteriori, % CF</b>	27.7 <sup>d</sup>	31.3 <sup>c</sup>	32.7 <sup>b</sup>	28.5 <sup>d</sup>	35.2 <sup>a</sup>	34.5 <sup>a</sup>
<b>Caratteristiche qualitative del P. major</b>						
<b>a*</b>	0.91 <sup>b</sup>	1.60 <sup>ab</sup>	0.91 <sup>b</sup>	0.61 <sup>c</sup>	2.27 <sup>a</sup>	0.91 <sup>b</sup>
<b>b*</b>	14.7 <sup>a</sup>	14.1 <sup>a</sup>	12.6 <sup>b</sup>	13.1 <sup>ab</sup>	12.3 <sup>b</sup>	12.6 <sup>b</sup>
<b>Perdite di cottura, %</b>	39.0 <sup>b</sup>	33.8 <sup>c</sup>	33.0 <sup>c</sup>	44.2 <sup>a</sup>	32.4 <sup>c</sup>	32.7 <sup>c</sup>
<b>Proteine grezze, %</b>	20.0 <sup>b</sup>	24.4 <sup>a</sup>	24.2 <sup>a</sup>	18.4 <sup>c</sup>	24.2 <sup>a</sup>	24.3 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> I valori con apici diversi all'interno della stessa riga ed effetto sono significativamente diversi ( $p < 0.05$ )

## 4.2 Insorgenza di miopatie nel muscolo pettorale maggiore

Le miopatie del petto sono state rilevate solo nei polli Ross (Tabella 8). Con l'aumento della temperatura ambientale, l'incidenza di WS e SM è diminuita (rispettivamente -11,6 e -10,7 unità percentuali;  $0,05 < P < 0,01$ ), mentre l'incidenza di WB non è stata significativamente influenzata. Inoltre, l'incidenza di WS di grado moderato tendeva a essere inferiore alle alte temperature ambientali ( $P = 0,09$ ). La comparsa e il grado di WS erano simili in entrambi i sessi. La presenza di WB è aumentata nei maschi rispetto alle femmine (+19,4 unità percentuali;  $P < 0,001$ ), mentre la presenza di SM è diminuita (-12,6 unità percentuali;  $P < 0,01$ ).

Tabella 8. Incidenza di miopatie all'esame visivo in polli Ross 308 Bionda Piemontese (BP) e Robusta Maculata (RM) allevati a temperatura ambientale normale o alta e macellati a 42 (Ross 308) o 99 (BP e RM) giorni di età.

	Genotipo (G)			Temperatura stanza (T)		Sesso (S)		P-value			RMSE
	Ross 308 <sup>1</sup>	BP <sup>2</sup>	RM <sup>2</sup>	Normale	Alta	Femmine	Maschi	G	T	S	
<b>Carcasse, n°</b>	103			51	52	52	51				
<b>White Stripes moderato, %</b>	20,4	0,0	0,0	24,3	16,5	21,4	19,4	--	0,092	0,750	
<b>White Stripes grave, %</b>	12,7	0,0	0,0	14,6	10,7	9,7	15,5	--	0,334	0,156	
<b>White Stripes totale<sup>1</sup>, %</b>	33,0	0,0	0,0	38,8	27,2	31,1	35,0	--	0,01	0,332	
<b>Wooden Breast<sup>1</sup>, %</b>	17,5	0,0	0,0	13,6	21,4	7,8	27,2	--	0,114	<0,001	
<b>Spaghetti Meat<sup>1</sup>, %</b>	16,1	0,0	0,0	21,4	10,7	22,3	9,7	--	<0,05	0,01	
<b>Petto normale, %</b>	7,3	100	100	4,8	9,7	9,7	4,9	--	0,175	0,175	

RSME, errore quadratico medio. <sup>1</sup>Non è possibile associare allo stesso petto una miopatia esclusiva, ovvero WS, WB e/o SM.

---

## 5. DISCUSSIONE

### 5.1 Effetto del Genotipo

Studi precedenti hanno dimostrato che il genotipo influenza le prestazioni di crescita e le caratteristiche della carcassa dei polli (Castellini et al., 2008; Udeh et al., 2015). Per quanto riguarda i soggetti a lento accrescimento, è stato riportato che il periodo di tempo che va dagli 84 ai 91 giorni d'età sembra essere sufficiente per raggiungere un peso vivo finale pari a 2,0-2,5 kg (Gordon e Charles, 2002; Fanatico et al., 2005). Nel presente studio i polli Ross 308 sono stati macellati all'età standard di 42 giorni, mentre i polli delle razze locali a crescita lenta sono stati macellati a 99 giorni di età; in entrambi i casi era previsto di raggiungere circa il 70% del peso vivo adulto degli animali. Alla fine dello studio, RM ha superato in media i 2,0 kg di peso vivo medio, mentre BP non ha raggiunto i 2,0 kg. In linea con quanto osservato da Castellini et al. (2002c), e come previsto in fase di pianificazione dell'esperimento, il tasso di crescita, l'indice di conversione alimentare e l'accrescimento medio giornaliero dei Ross erano superiori rispetto a quelli di RM, laddove il genotipo a crescita rapida mostra normalmente una migliore utilizzazione del mangime rispetto ai genotipi a crescita lenta.

Confrontando le razze locali, la RM, considerata un pollo pesante a crescita lenta, è risultata più pesante della BP, caratterizzata, invece, da una crescita medio-lenta (Soglia et al., 2020). Fanatico et al. (2008) hanno studiato l'impatto del genotipo alternativo sulla qualità della carne, registrando un peso finale più elevato per i polli a crescita rapida rispetto a quelli a crescita lenta.

Tali differenze si sono riflesse anche sul peso della carcassa e sulla resa del petto, il quale si presenta con fibre più grandi e più consistenti nei polli a crescita rapida (Devatkal et al., 2019). Studi precedenti (Chartrin et al., 2006) hanno messo in relazione le maggiori dimensioni del petto con l'elevato livello di lipidi, il quale comporta un maggior tempo di cottura e conseguenti perdite di acqua. I petti di Ross, infatti, erano più grandi e presentavano un contenuto di estratto etereo di gran lunga superiore a quello delle razze locali. Pertanto, le perdite di cottura erano più elevate nel Ross rispetto alle razze locali. Risultati simili sono stati riportati da Lonergan et al. (2003) e Fanatico et al. (2005) confrontando genotipi a crescita rapida e lenta. Entrambi hanno ipotizzato che le perdite di cottura più elevate potessero corrispondere a soggetti a crescita rapida a causa del maggior contenuto di grasso, incrementato a seguito del processo di selezione genetica (Leclercq, 1998; Lonergan et al., 2003; Devatkal et al., 2019). Castellini et al. (2002a) hanno evidenziato differenze significative nel muscolo pettorale confrontando i genotipi a crescita rapida con quelli a

crescita lenta per quanto riguarda il contenuto di grasso e il pH. Nel presente studio è stata registrata la stessa tendenza per il contenuto di grasso, con il valore più alto per il genotipo a crescita rapida, tuttavia, è stata osservata una tendenza inversa per il valore del pH, con un livello più alto per il genotipo a crescita rapida anziché per quello a crescita lenta. A differenza del nostro studio, Castellini et al. (2002a) hanno riportato che i petti di polli Ross e RM presentavano contenuti di simili di acqua, proteina e perdite di cottura. Inoltre, hanno osservato che questi tratti qualitativi erano significativamente diversi tra le razze locali (Kabir vs. RM). Nel presente lavoro di tesi, non sono state osservate differenze significative tra le razze locali (BP vs. RM) per quanto riguarda i tratti qualitativi della carne. Tuttavia, i risultati della presente prova concordano con quelli di Castellini et al. (2002a) per quanto riguarda la tenerezza della carne che sembra non essere influenzata in modo significativo dal genotipo. Come nel presente studio, Wattanachant et al. (2004) ha riportato un contenuto inferiore di proteine e superiore di grassi nel genotipo a crescita rapida rispetto a quello a crescita lenta. I nostri risultati sono in linea anche con quanto osservato da Devatkal et al. (2019) che hanno registrato un contenuto più elevato di proteina nei petti di polli a crescita lenta, mentre la capacità di trattenere l'acqua è risultata minore rispetto ai polli a crescita rapida, senza trovare differenze significative per la forza di taglio.

Il genotipo ha effetti importanti anche sulla capacità degli uccelli di produrre pigmenti e sul modo in cui questi si depositano nell'epidermide dei muscoli pettorali (Fletcher, 1999; Le Bihan-Duval et al., 1999). A seconda del pH finale, il contenuto di mioglobina varia il colore del petto (Berri et al., 2001). Baeza et al. (2002) hanno riferito che la carne dei genotipi a crescita lenta diventa più rossa rispetto a quella dei soggetti a crescita rapida, perché i pigmenti aumentano con l'età e i genotipi a crescita lenta hanno bisogno di un periodo di allevamento più lungo per raggiungere la maturità. Questa affermazione è stata sostenuta anche da Berri et al. (2001). Castellini et al. (2002a) hanno riportato la più bassa capacità antiossidante del muscolo pettorale maggiore nei polli Ross, a differenza dei ceppi RM e Kabir, mentre nel presente studio non sono state registrate differenze di rilievo sulla perossidazione lipidica della carne dovute al genotipo.

La selezione genetica nel pollame per ottenere un peso vivo finale e una resa del petto più elevati ha portato a una riduzione dell'attività cinetica dei polli. Questi, infatti, utilizzano le fonti energetiche per la crescita muscolare, per cui le fibre muscolari non si adattano al movimento a causa dell'im maturità dei tessuti connettivi intramuscolari e del minore apporto di sangue. Di conseguenza, la carne dei genotipi a crescita rapida mostra una riduzione della capacità di

---

trattenere l'acqua e risulta frequente l'insorgenza di miopatie (Mancinelli et al., 2020; Dal Bosco et al., 2021), problematiche del tutto assenti nei genotipi a lento accrescimento.

## 5.2 Effetto della temperatura ambientale

Per quanto riguarda le prestazioni produttive, lo stress da caldo può avere su di esse un effetto più o meno impattante a seconda che si tratti di polli commerciali a rapido accrescimento o di polli appartenenti a razze locali caratterizzate da una crescita più lenta (Rimoldi et al., 2015).

Le alte temperature ambientali hanno un impatto sulla produzione di carne, riducendo il tasso di crescita e la resa alla macellazione (Deeb et al., 2002). La capacità dell'ambiente di influire negativamente sulle prestazioni produttive del pollame è strettamente correlata al tasso di crescita potenziale e alle differenze nel background genetico dei polli (Deeb e Cahaner, 2001).

Nel caso del Ross 308, la selezione genetica ha portato ad avere soggetti caratterizzati da prestazioni produttive sempre più elevate rispetto ai genotipi precedenti (Alexandratos et al., 2012). Di contro c'è che tale miglioria in termini di crescita è accompagnata da una più elevata produzione di calore corporeo (Tallentire et al., 2016), dettaglio che rende i moderni ibridi commerciali più suscettibili allo stress da caldo (Washburn et al., 1980; Yalcin et al., 2001).

Inoltre, il miglioramento genetico dei polli è stato eseguito in condizioni ambientali ottimali e potrebbe, dunque, non verificarsi in condizioni ambientali avverse (McKay et al., 2000; Deeb e Cahaner, 2002).

La resistenza agli stress dei ceppi altamente selezionati è, di fatto, minore rispetto a quella delle razze autoctone, le quali sono nate e si sono evolute in un contesto più rustico e privo di sistemi di gestione e controllo delle condizioni ambientali (Soleimani et al., 2011). Alcuni ricercatori (Castellini et al., 2002; Mikulski et al., 2011; Fanatico et al., 2005, 2008) hanno riportato che i polli a crescita lenta mostrano un migliore adattamento e una maggiore tolleranza a diverse condizioni difficili. Anche per questo motivo le razze RM e BP, ormai ben radicate e consolidate, sono considerate ideali per sistemi di allevamento estensivi e alternativi, i quali vengono presi in considerazione anche in merito ai cambiamenti climatici in corso. L'effetto negativo sul tasso di crescita risulta, in genere, minore nei polli da carne a lento accrescimento rispetto a quelli con un più alto potenziale genetico per il tasso di crescita (Cahaner e Leenstra, 1992).

Tuttavia, dalla presente prova sperimentale si evince che la diminuzione dell'accrescimento medio giornaliero e del peso vivo finale è stata maggiore nei polli BP rispetto ai polli RM, a dimostrazione del fatto che anche tra le razze autoctone possono esserci differenze più o meno

marcate. Va tuttavia considerata la differenza di numerosità tra i gruppi sperimentali e in particolare la riduzione della densità di allevamento all'interno dei recinti RM causata dall'esiguo numero di pulcini che si è avuto a disposizione. A questo proposito, pur non rappresentando un obiettivo dello studio, vale la pena rimarcare i bassissimi tassi di fertilità (23.98%) e di schiusa (70.21%) che ha mostrato la RM. Tali dati non costituiscono una prova scientifica certa, ma fanno pensare alla necessità di rivedere i programmi e le strategie di conservazione, laddove cali di fertilità e schiusa sono caratteri spesso riconducibili a livelli di omozigosi molto elevati.

Considerando che i fattori ambientali influenzano le prestazioni dei polli da carne, la scelta del genotipo può sicuramente rappresentare una risposta di resistenza allo stress da caldo.

In riferimento alla resa di macellazione, è stata registrata una diminuzione dei valori di peso delle carcasse a freddo in tutti e tre i genotipi, più marcata, però, nel Ross 308. Anche per quanto riguarda la resa del petto e la percentuale del muscolo pettorale maggiore, il Ross 308 si è dimostrato essere più penalizzato dallo stress da caldo rispetto alle due razze locali.

Il calore, inoltre, è una delle principali fonti di stress ossidativo, poiché causa uno squilibrio redox tra pro- e antiossidanti, a favore dei pro-ossidanti (Rimoldi et al., 2015). Diversi studi hanno dimostrato il danno ossidativo arrecato ai polli da carne a causa delle alte temperature ambientali (Altan et al., 2003). In polli colpiti da questo tipo di stress, ad esempio, mostrano una maggiore deposizione di grasso (Gordon e Charles, 2002) che si traduce in un peggioramento in termini qualitativi della carne (Ain Baziz et al., 1990, 1996; Geraert et al., 1996).

Lo stress da calore è, inoltre, responsabile di una maggiore perdita d'acqua alla cottura e di una minore resa del petto (Sandercock et al., 2001, Hashizawa et al., 2013), specialmente negli ibridi a rapido accrescimento, come riportato da Lonergan et al. (2003) e Fanatico et al. (2005).

In merito all'insorgenza di miopatie, le principali cause di comparsa di WB, WS e SM possono essere ricondotte alla selezione genetica, con particolare riferimento al rapido aumento del tasso di crescita del muscolo e all'elevato peso totale dei broiler. Queste alterazioni innaturali fanno sì che si verifichi un aumento del numero di cellule muscolari (Sihvo et al., 2014), il quale contribuisce ad alterare la qualità della carne di pollo e a compromettere l'estetica del prodotto finito, portando a una diminuzione dell'accettabilità da parte del consumatore o al declassamento nella fase di lavorazione (Petracci et al., 2013 e Kuttappan et al., 2012).

Nel presente studio, l'incidenza di WS e SM è diminuita all'aumentare della temperatura ambientale, mentre l'incidenza di WB non è stata significativamente influenzata dalla variazione termica. La riduzione dell'incidenza di miopatie, considerata la loro origine, può essere facilmente



---

spiegata dalla riduzione della velocità di accrescimento osservata nei Ross 308 all'aumentare della temperatura ambientale.

### 5.3 Effetto del sesso

Il dimorfismo sessuale, in termini di prestazioni produttive, osservato nel presente studio per la BP è in linea con i risultati registrati da Soglia et al. (2020) e Bongiorno et al. (2022). Inoltre, Castellini et al. (2002c) hanno osservato differenze significative in base al sesso nei polli allevati Ross e RM, in termini di peso vivo finale, assunzione di mangime e accrescimento medio giornaliero in linea con quanto riportato nella presente tesi. Nel presente studio, i maschi hanno mostrato una resa in carcassa e una proporzione degli arti posteriori più elevate rispetto alle femmine, mentre quest'ultime tendevano ad avere una resa maggiore di petto (Abdullah et al., 2010; Bongiorno et al., 2022).

Abdullah et al. (2010) hanno riportato una percentuale di sostanza secca più elevata (quindi un'umidità inferiore) nei maschi a partire dal 36° giorno di età e, a partire dal 43° giorno di età, hanno osservato un livello di proteina grezza più elevato nei maschi rispetto alle femmine. Anche Bongiorno et al. (2022) hanno osservato un contenuto di proteina più elevato nei maschi. Al contrario, in questo studio è stato registrato un livello di proteine grezze inferiore nei polli maschi Ross rispetto alle femmine, mentre dati simili sono stati riscontrati nei polli maschi e femmine di BP e RM.

Inoltre, Bongiorno et al. (2022) hanno registrato un contenuto di umidità del petto più elevato per i maschi. Non sono state registrate differenze in base al sesso sulla percentuale di estratto etero nel presente studio, mentre Abdullah et al. (2010) hanno osservato valori più alti per le femmine rispetto ai maschi. In relazione al colore del petto, i maschi hanno mostrato un indice del rosso ( $a^*$ ) maggiore, una minore luminosità ( $L^*$ ) e un minore indice del giallo ( $b^*$ ). Il modo in cui i pigmenti vengono immagazzinati nel grasso è la causa principale della comparsa del colore giallo. Sembra, infatti, essere strettamente correlato al sesso e ai tratti genetici, per cui, a fronte di un maggiore contenuto di grasso nel petto delle femmine, queste mostrano un indice  $b^*$  più alto rispetto ai maschi (Havenstein et al., 2003; Bongiorno et al., 2022). In generale, Fanatico et al. (2005) hanno osservato che la carne delle femmine mostrava un  $b^*$  più elevato rispetto ai maschi, senza differenze negli indici  $L^*$  e  $a^*$ . Questi risultati sono coerenti con quelli della presente tesi di laurea, tranne che per  $L^*$ , per il quale sono stati osservati valori significativamente più alti per le femmine rispetto ai maschi. Fanatico et al. (2005) non hanno riportato alcun effetto dovuto al sesso sulla

capacità di trattenere l'acqua e sulle perdite di cottura, così come avvenuto in questa prova, a differenza di Abdullah et al. (2010) che hanno riportato differenze significative nella percentuale di perdite di cottura dovute al sesso. A differenza di alcuni studi precedenti (Baeza et al., 2001; Fanatico et al., 2005), in questa prova non sono state registrate differenze nella tenerezza della carne in funzione del sesso.

Inoltre, in accordo con quanto riportato da studi precedenti (Kuttappan et al., 2013; Trocino et al., 2015), non sono state riscontrate differenze significative in base al sesso per quanto riguarda la comparsa di WS, ma si è osservato che le femmine avevano un tasso più elevato di petti normali (non affetti da miopatie). Inoltre, come osservato da Trocino et al. (2015), la presenza di WB era maggiore nei maschi rispetto alle femmine, mentre per quanto riguarda la presenza di SM, Pascual et al. (2020) hanno osservato che era significativamente minore nei maschi rispetto alle femmine. Queste osservazioni concordano con i risultati della presente prova e sono state confermate anche da altri autori (Baldi et al., 2021).

---

## 6. CONCLUSIONI

Considerando gli attuali e difficili scenari climatici e geopolitici, è possibile affermare che il settore avicolo, così come tutto il comparto zootecnico, dovrà virare gradualmente a produzioni sempre più resilienti e sostenibili.

Come è possibile evincere dai risultati della presente tesi di laurea, gli ibridi commerciali hanno dimostrato una minore tolleranza nei confronti dello stress dal caldo rispetto alle razze locali, avendo ripercussioni negative sulla resa di macellazione e sulla qualità della carne.

Optare per animali più resistenti e resilienti agli stress abiotici e ai cambiamenti climatici (con particolare attenzione allo stress da caldo) potrebbe, dunque, rappresentare una scelta conveniente per il comparto avicolo.

Le razze autoctone, infatti, sembrerebbero essere le più indicate, contraddistinguendosi per la loro rusticità e capacità di adattarsi a diverse condizioni ambientali e climatiche, a garanzia anche della loro idoneità ad essere poste in contesti di allevamento alternativi a quello convenzionale.

Nel favorire l'allevamento di razze locali rispetto agli ibridi commerciali si contribuisce anche al recupero della biodiversità, obiettivo chiave di molti Paesi dell'UE, tra cui l'Italia.

D'altra parte, va evidenziato che si tratta di animali a lento accrescimento, i quali, se da un lato possono dare origine a nuove nicchie di mercato redditizie, dall'altro implicano costi di produzione e prezzi di vendita decisamente elevati, giustificati dalle prolungate tempistiche di allevamento e da produzioni quantitativamente limitate.

Sicuramente i tratti nutrizionali e tecnologici della carne di questi polli si distinguono da quelli dei genotipi commerciali e, anche per questo, vengono molto apprezzati.

Tuttavia, in termini commerciali, i genotipi a lento accrescimento non possono garantire la possibilità di soddisfare la crescente domanda di carne avicola e difficilmente possono essere utilizzati per una produzione di "massa" considerando la ridotta efficienza alimentare. Un miglioramento delle razze locali, o meglio la creazione di incroci tra genotipi migliorati e razze locali, potrebbe rappresentare una soluzione per aumentare le prestazioni produttive in polli resistenti e resilienti a condizioni ambientali non ottimali e facilitare la diffusione dell'allevamento delle razze autoctone.



---

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Abdullah Y. A., Al-Beitawi N. A., Rjoup M. M. S., Qudsieh R. I., Abu Ishmais M. A., 2010. Growth performance, carcass and meat quality characteristics of different commercial crosses of broiler strains of chicken. *Poult. Sci.*: 13–21
- Ain Baziz H., Geraert P.A., Guillaumin S., 1990. Effects of high temperature and dietary composition on growth, body composition and retention in broilers. *Proc. VIIIth Eur. Poult. Conf., Vol. 1. World's Poult. Sci. Assoc. (Barcelona, Spain)*: 626–629.
- Ain Baziz H., Geraert P.A., Guillaumin S., 1996. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. *Poult. Sci.*: 505-513.
- Aksit M., Yalcin S., Ozkan S., Metin K., Ozdemir D., 2006. Effects of temperature during rearing and crating on stress parameters and meat quality of broilers *Poult. Sci.*
- Alexandratos N., Bruinsma J., 2012. *World Agriculture towards 2030/2050. ESA Working Paper No. 12-03; FAO: Rome, Italy.*
- Allahverdi A., et al., 2013. "Effetti dello stress termico sullo squilibrio acido-base, concentrazione di calcio plasmatico, produzione di uova e qualità delle uova negli strati commerciali". *Veterinaria globale 10 (2)*: 203–207. *Journal of Poult. Sci. and Tech.*: 56–63.
- Altan, Ö. Z. G. E., et al., 2003. "Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers." *British Poult. Sci.*: 545-550.
- Aviagen, 2014. "Broiler Ross 308: Obiettivi di Performance".
- Aviagen, 2018. "Broiler Ross 308: Manuale di gestione".
- Aviagen, 2021. "Broiler Ross 308: Obiettivi di Performance".
- Baéza E., Chartrin P., Le Bihan-Duval E., Lessire M., Besnard J., Berri C., 2009. Does the chicken genotype 'Géline de Touraine' have specific carcass and meat characteristics? *Animal*: 764–771.
- Baeza E., Dessay C., Wacrenier N., Marche G., Listrat A., 2002. Effect of selection for improved body weight and composition on muscle and meat characteristics in Muscovy duck. *Br. Poult. Sci.*:560–568.
- Baeza E., Juin H., Rebours G., Constantin P., Marche G., Leterrier C., 2001. Effect of genotype, sex and rearing temperature on carcass and meat quality of guinea fowl. *Br Poult Sci.*:470–476.
- Baldi G., Soglia F, Petracci M., 2021. Spaghetti Meat Abnormality in Broilers: Current Understanding and Future Research Directions.
- Baldi G., Soglia F., Mazzoni M., Sirri F., Canonico L., Babini E., Laghi I., Cavani C., Petracci M., 2018. Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. *Animal*:164–173

- Baldi G., Soglia F., Petracci M., 2020. Current status of poultry meat abnormalities. *Meat and Muscle Biology*: 1–7.
- Baruchello M., Cassandro M., 2004. Progetto CO.VA. - Interventi per la Conservazione e la Valorizzazione di razze avicole locali Venete. Veneto Agricoltura, Legnaro (PD).
- Berri C., Wacrenier N., Millet N., Le Bihan-Duval E., 2001. Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines. *Poult. Sci.*:833–838.
- Bhadauria P., et al., 2014. "Impatto del clima caldo sul sistema di produzione di pollame: una revisione".
- Bonafos L., Simonin D., Gavinelli A., 2010. Animal welfare: European legislation and future perspectives. *J. Vet. Med. Educ.*: 26-29.
- Bonato M., Malecki I.A., Rybnik-Trzaskowska P.K., Cornwallis C.K., Cloete S.W.P., 2014. "Prevedere la qualità dell'eiaculato e la libido negli struzzi maschi: effetto della stagione e dell'età". *Sci. della riprod. animale*: 49–55.
- Bongiorno V., Schiavone A., Renna M., Sartore S., Soglia D., Sacchi P., Gariglio M., Castillo A., Mugnai C., Forte C., Bianchi C., Mioletti S., Gasco L., Biasato I., Brugiapaglia A., Sirri F., Zampiga M., Gai F., Marzoni M., Cerolini S., Dabbou S., 2022. Carcass yields and meat composition of male and female 54ehavio slow-growing chicken breeds: *Bianca di Saluzzo* and *Bionda Piemontese*. *Animals*: 406.
- Botsoglou, N. A., Fletouris D. J., Papageorgiou G. E., Vassilopoulos V. N., Mantis A. J., Trakatellis A. G., 1994. Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. *J Agric Food Chem.*:1931–1937.
- Branciarri R., Mugnai C., Mammoli R., Miraglia D., Ranucci D., Bosco A.D., Castellini C., 2009. Effect of genotype and rearing system on chicken behavior and muscle fiber characteristics1. *J. Anim. Sci.*: 4109–4117.
- Bray A. R., Graafhuis A. E., Chrystall B.B., 1989. The cumulative effect of nutritional, shearing and preslaughter washing stresses on the quality of lamb meat. *Meat Sci.*
- Brugaletta G., Teyssier J. R., Rochell S., Dridi S., Sirri F., 2022. A review of heat stress in chickens. Part I: Insights into physiology and gut health.
- Cahaner A. and Leenstra F., 1992. Effects of high temperature on growth and efficiency of male and female broilers from lines selected for high weight gain, favorable feed conversion, and high or low-fat content. *Poult. Sci.*
- Cahaner A., Deeb N., Gutman M., 1993. Effects of the plumage-reducing naked-neck (Na) gene on the performance of fast-growing broilers at normal and high ambient temperatures. *Poult. Sci.*: 767-775

- 
- Cassandro M., Baldan G., Baruchello M., Lunardi E., Marcomin D., Bittante G., 2002. Carcass characteristics of the Padovana chicken breed. Books of abstracts of the 7th World Congress on Genetics Applied (Montpellier, France, August): 19-23, 88-89.
  - Castellini C., Berri C., Le Bihan-Duval E., Martino G., 2008. Qualitative attributes and consumer perception of organic and free-range poultry meat, *Worlds Poult. Sci.*: 500–513.
  - Castellini C., Bosco A.D., Mugnai C., Bernardini M., 2002. Performance and behaviour of chickens with different growing rate reared according to the organic system. *Ital. J. Anim. Sci.*: 290–300.
  - Castellini C., Dal Bosco A., 2017. Animal welfare and poultry meat in alternative production systems (and ethics of poultry meat production). In *Poultry quality evaluation. Quality attributes and Consumers Value*. Eds. (Woodhead Publishing: Duxford, UK): 335–357.
  - Castellini C., Dal Bosco A., Mugnai C., Bernardini M., 2002c. Performance and behaviour of chickens with different growing rate reared according to the organic system. *Italian Journ. of Animal Sci.*: 290-300.
  - Castellini C., Mugnai C., Dal Bosco A., 2002. Meat quality of three chicken genotypes reared according to the organic system. *Ital. J. Food Sci.*: 411–412.
  - Castellini C., Mugnai C., Dal Bosco A., 2002a. Meat quality of three chicken genotypes reared according to the organic system. *Meat Sci.*:219–225
  - Castellini C., Mugnai C., Dal Bosco A., 2002b. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Sci.*:219–225.
  - Castellini C., Mugnai C., Moscati L., Mattioli S., Amato M.G., Mancinelli C.A., Dal Bosco A., 2016. Adaptation to organic rearing system of eight different chicken genotypes: behaviour, welfare and performance. *Italian J. Anim. Sci.*: 37–46.
  - Castellini C., Mugnai C., Pedrazzoli M., Dal Bosco A., 2006. Productive performance and carcass traits of Leghorn chickens and their crosses reared according to the organic farming system. In *Proceedings of the Atti XII European Poultry Conference, Verona, Italy, September 2006*; 10–14.
  - Castellini C., Pannella F., Lattaioli P., 1994. Impiego della razza Ancona per l'impiego di un pollastro di qualità. *Riv. di Avicoltura*: 41-45
  - Castillo A., Gariglio M., Franzoni A., Soglia D., Sartore S., Buccioni A., Mannelli F., Cassandro M., Cendron F., Castellini C., et al., 2021. Overview of Native Chicken Breeds in Italy: Conservation Status and Rearing Systems in Use. *Animal.*: 490.
  - Cendron F., Perini F., Mastrangelo S., Tolone M., Criscione A., Bordonaro S., Iaffaldano N., Castellini C., Marzoni M., Buccioni A., et al., 2020. Genome-Wide SNP Analysis Reveals the Population Structure and the Conservation Status of 23 Italian Chicken Breeds. *Animal.*: 1441.
  - Chartrin P., Peteau K., Juin H., Bernadet M.D., Guy G., Larzul C., Remignon H., Mourot J., Duclos M.J., Baeza E., 2006 – Effects of intramuscular fat levels on sensory characteristics of duck breast meat. *Poult. Sci.*: 914-922.
-

- Coderoni S. e Pontrandolfi A., 2016. “ZOOTECNIA ITALIANA E MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI. ANALISI DELLE POTENZIALITÀ E DELLE PROSPETTIVE”. CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria.
- Cooper M. A. and Washburn K. W., 1998. The relationships of body temperature to weight gain, feed consumption, and feed utilization in broilers under heat stress. *Poult. Sci.*
- Cornforth D. P., 1994. Color and its importance. Vol. 9. Chapman and Hall (London, UK): 34–78.
- Cottrell J.J., Ponnampalam E.N., Dunshea F.R., Warner R.D., 2015. Effects of infusing nitric oxide donors and inhibitors on plasma metabolites, muscle lactate production and meat quality in lambs fed a high-quality roughage-based diet. *Meat Sci.*: 8–15.
- Dal Bosco A., Mattioli S., Cartoni Mancinelli A., Cotozzolo E., Castellini C., 2021 Extensive Rearing Systems in Poultry Production: The Right Chicken for the Right Farming System. A Review of Twenty Years of Scientific Research in Perugia University, Italy. *Animals*:1281.
- De Marchi M., C. Targhetta, B. Contiero & M. Cassandro., 2003. Genetic traceability of chicken breeds. *Agricult. Consp. Scient.*: 255-259.
- De Marchi M., Cassandro M., Targhetta C., Baruchello M., Notter D. R., 2005. Conservation of poultry genetic resource in the Veneto region of Italy. *Animal Gen. Res.*: 63-74.
- De Marco M., Dalmaso A., Bottero M.T., Pattono D., Sponza S., Sacchi P., Rasero R., Sartore S., Soglia D., Giacobini M., et al., 2013. Local poultry breed assessment in Piemonte (northwest Italy). In Proceedings of the 8th European Symposium on Poultry Genetics (Venice, Italy, 25–27 September 2013): 71.
- De Marco M., Martinez Mirò S., Tarantola M., Bergagna S., Mallia E., Gennero M.S. Schiavone A., 2013. Effect of genotype and transport on tonic immobility and heterophil/lymphocyte ratio in two local Italian breeds and Isa Brown hens kept under free-range conditions. *Ital. J. Anim. Sci.*: 481–485.
- Deeb N., and Cahaner A., 2001. Genotype-by-environment interaction with broiler genotypes differing in growth rate: 1. The effects of high ambient temperature and naked-neck genotype on stocks differing in genetic background. *Poult. Sci.*:695–702.
- Deeb N., Shlosberg A., Cahaner A., 2002. Genotype by environment interaction with broiler genotypes differing in growth rate. 4. Association between responses to heat stress and to cold-induced ascites. *Poult. Sci.*: 1454-1462.
- Deeb N., Cahaner A., 1999. The effect of naked-neck genotypes, ambient temperature, feeding status and their interactions on body temperature and performance of broilers. *Poult. Sci.*: 1341-1346.
- Deeb N., Cahaner A., 2002. Genotype-by-environment interaction with broiler genotypes differing in growth rate under normal and high ambient temperature. *Poult. Sci.*: 293-301.
- Devatkal S.K., Naveena B.M., Kotaiah T., 2019. Quality, composition, and consumer evaluation of meat from slow-growing broilers relative to commercial broilers. *Poult. Sci.*: 6177– 6186.



- 
- Di Rosa A.R., Chiofalo B., Presti V.L., Chiofalo V., Liotta L., 2020. Egg Quality from Siciliana and Livorno Italian Autochthonous Chicken Breeds Reared in Organic System. *Animal*: 864.
  - DiGiacomo K., Leury B.J., Dunshea F.R., 2014. Potential nutritional strategies for the amelioration or prevention of high rigor temperature in cattle – A review. *Anim. Prod. Sci.*: 430–443.
  - Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2020. Preparatory Action EU Plant and Animal Genetic Resources—Executive Summary; European Union: Luxembourg.
  - Donkoh A., 1989. Ambient temperature: A factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. *Int. J. Biometeorol.*: 259–265.
  - Fanatico A.C., Pillai P.B., Cavitt L.C., Owens C.M. Emmert J.L., 2005. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access, growth performance and carcass yield, *Poult. Sci.*: 1321–1327.
  - Fanatico A.C., Pillai P.B., Hester P.Y., Falcone C., Mench J.A., Owens C.M. Emmert J.L., 2008. Performance, livability, and carcass yield of slow- and fast-growing chicken genotypes fed lownutrient or standard diets and raised indoors with outdoor access, *Poult. Sci.*: 1012–1021.
  - FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004. Classification and characterization of world livestock production systems. Update of the 1994 livestock production systems dataset with recent data, by J. Groenewold. Unpublished Report. Rome
  - FAO, 2015. *The Second Reports of the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*; Scherf, B.D., Pilling, D., Eds.; Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture: Rome, Italy.
  - Ferrante V., Marelli S., Pignatelli P., Baroli D., Guidobono Cavalchini L., 2005. Performance and reactivity in three Italian chicken breeds for organic production. *Anim. Sci. Pap. Rep.*: 223–229.
  - Ferrante V., Mugnai C., Ferrai L., Marelli S., Spagnoli E., Lolli S., 2016. Stress and reactivity in three Italian chicken breeds. *Ital. J. Anim. Sci.*: 303–309.
  - Ferrante V., Mugnai C., Ferrari L., Marelli S.P., Spagnoli E., Lolli S., 2016. Stress and reactivity in three Italian chicken breeds, *Italian Journ. of Animal Sci.*:2, 303-309.
  - FIAV – Organo Ufficiale della Federazione Italiana Associazioni Avicole O.N.L.U.S., 2007.
  - Fletcher D. L., 1999. Poultry Meat Colour. R. I. Richardson and C. Mead, ed. CAB Publ., (New York, NY). *Poult. Meat Quality*: 159–176
  - Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2007. *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*; Chief, Electronic Publishing Policy and Support Branch Communication Division; FAO: Rome, Italy.
  - Geraert P. A., Guillaumin S., Leclercq B., 1993. Are genetically lean broilers more resistant to hot climate? *Br. Poult. Sci.*

- Geraert P.A., Padilha J.C.F., Guillaumin S., 1996. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: Growth performance, body composition and energy retention. *Br. J. Nutr.*: 195-204
- Goo D., Kim J.H., Park G.H., Delos Reyes J.B., Kil D.Y., 2019. Effect of Heat Stress and Stocking Density on Growth Performance, Breast Meat Quality, and Intestinal Barrier Function in Broiler Chickens. *Animals* 2019: 107.
- Gordon S. H. and Charles D.R., 2002. *Niche and Organic Chicken Products*. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Gregory N. G., 2010. How climatic changes could affect meat quality. *Food Res. Int.*
- Hashizawa Y., Kubota M., Kadowaki M., Fujimura S., 2013. Effect of dietary vitamin E on broiler meat qualities, color, water-holding capacity and shear force value, under heat stress conditions. *J. Anim. Sci.*: 732-736.
- Havenstein G. B., Ferket P.R., Qureshi M.A., 2003. Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poult. Sci.*:1509–1518.
- Henry B., Charmley E., Eckard R., Gaughan J.B., Hegarty R., 2012. Livestock production in a changing climate: Adaptation and mitigation research in Australia. *Crop Pasture Sci.*: 191–202.
- Hristov J., Toreti A., Pérez Domínguez I., Dentener F., Fellmann T. Elleby C., Bratu M., 2020. Analysis of climate change impacts on EU agriculture by 2050. *Publications Office of the European Union, Luxembourg, Luxembourg*.
- Huang C., Jiao H., Song Z., Zhao J., Wang X., Lin H, 2015. Heat stress impairs mitochondria functions and induces oxidative injury in broiler chickens. *J. Anim. Sci.*: 2144–2153.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007. Report of the nineteenth session of the intergovernmental panel on climate change. Geneva, 17-20 April 2002
- Kuttappan V. A., Brewer V.B., Apple J.K., Waldroup P.W., Owens C.M., 2012. Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. *Poult. Sci.*: 2677–2685.
- Kuttappan V. A., Brewer V.B., Mauromoustakos A., McKee S.R., Emmert J.L., Meullenet J.F., Owens C.M., 2013. Estimation of factors associated with the occurrence of white striping in broiler breast fillets. *Poult. Sci.*:811–819.
- Lara L.J., Rostagno M.H., 2013. Impact of heat stress on poultry production. *Animals* 2013: 356–369.
- Lara L.J., Rostagno M.H., 2013. Impact of heat stress on poultry production. *Animals*: 356–369.
- Le Bihan-Duval E., Millet N., Remignon H., 1999. Broiler meat quality: Effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. *Poult. Sci.*: 822–826.
- Leclercq B., 1988. Genetic selection of meat-type chickens for high or low abdominal fat content.. B. Leclercq and C. C. Whitehead, ed. *Institut National de al Recherche Agronomique, Butterworths (Boston, MA). Leanness in Domestic Birds*: 25–40.

- 
- Lin H., Jiao H.C., Buyse J., Decuyper E., 2006. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poult. Sci. J.*: 71–86.
  - Lonergan S. M., Deeb N., Fedler C.A., Lamont S.J., 2003. Breast meat quality and composition in unique chicken populations. *Poult. Sci.*:1990–1994.
  - Lordelo M., Cid J., Cordovil C.M., Alves S.P., Bessa R.J., Carolino I., 2020. A comparison between the quality of eggs from in-digenous chicken breeds and that from commercial layers. *Poult. Sci.*: 1768–1776.
  - Lowe T. E., Gregory N. G., Fisher A. D., Payne S. R., 2002. The effects of temperature elevation and water deprivation on lamb physiology, welfare, and meat quality. *Aust. J. Agric. Res.*
  - Lu Q., Wen J., Zhang H., 2007. Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. *Poult. Sci.*: 1059-1064.
  - Main D.C., Appleby M.C., Wilkins D.B., Pau E.S., 2009. Essential veterinary education in the welfare of food production animals. *Rev. Sci. Tech.*: 611-616.
  - Mancinelli A. C., Mattioli S., Dal Bosco A., Aliberti A., Amato M.G., Castellini C., 2020. Performance, behaviour, and welfare status of six different organically reared poultry genotypes. *Animals*: 550.
  - Marangoni F., Corsello G., Cricelli C., Ferrara N., Ghiselli A., Lucchin L., Poli A., 2015. Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: An Italian consensus document.
  - McKay J.C., Barton N.F., Koerhuis A.N.M., McAdam J., Hill W.G., Bishop S.C., McKay J.K., 2000. The challenge of genetic change in the broiler chicken. Pages 1–7 in *The Challenge of Genetic Change in Animal Production*, Br. Soc. Anim. Sci., Edinburgh, UK (2000) Occasional Publication. No. 27.
  - McKee S.R., Sams A.R., 1997. The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. *Poult. Sci.*: 1616-1620.
  - Mikulski D., Celej J., Jankowski J., Majewska T., Mikulska M., 2011. Growth performance, carcass traits and meat quality of slower-growing and fast-growing chickens raised with and without outdoor access, *Asian-Australian Journ. of Animal Sci.*: 1407–1416.
  - Mosca F., Zaniboni L., Stella S., Kuster C., Iaffaldano N., Cerolini S., 2018. Slaughter performance and meat quality of Milanino chickens reared according to a specific free-range program. *Poult. Sci.*: 1148–1154.
  - Mugnai C., Bosco A.D., Castellini C., 2009. Effect of rearing system and season on the performance and egg characteristics of Ancona laying hens. *Ital. J. Anim. Sci.*: 175–188.
  - Mugnai C., Schiavone A., De Marco M., Sartore S., Soglia D., Maione S., Rasero R., Sacchi P., Dalmasso A., Bottero M.T., et al., 2017. Market chain of “Consortium for safeguard of Bianca di Saluzzo e Bionda Piemontese breeds” in Piedmont: 2. Meat quality. *Ital. J. Anim. Sci.*: 84–85.

- Muth P.C., Ghaziani S., Klaiber I., Zárate A.V., 2018. Are carcass and meat quality of male dual-purpose chickens competitive compared to slow-growing broilers reared under a welfare-enhanced organic system? *Org. Agric.*: 57–68.
- Naga Raja Kumari K., Narendra Nath D., 2018. Ameliorative measures to counter heat stress in poultry. *World's Poul. Sci. J.*: 117–130.
- Nagle T. A., Gregory N.G., Lowe T. E., 2000. Effect of preslaughter heat stress, exercise or adrenaline injection on post-mortem heat-stable pinkness, texture and water holding capacity in chicken. *Proceedings of the 46th International Congress of Meat Sci. & Tech. (Finland)*: 146–147.
- Nardone A., Ronchi B., Lacetera N., Ranieri M.S., Bernabucci U., 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems, *Livest. Sci.*: 57-69.
- Northcutt J. K., Foegeding E. A., Edens F. W., 1994. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. *Poul. Sci.*
- Oloyo A., 2018. "L'uso del sistema abitativo nella gestione dello stress da calore nella produzione di pollame in clima caldo e umido: una revisione". *Journal of Poul. Sci.*: 1–9.
- Pascual A., Trocino A., Birolo A., Cardazzo B., Bordignon F., Ballarin C., 2020. Dietary supplementation with sodium butyrate: growth, gut response at different ages, and meat quality of female and male broiler chickens. *Ital. J. Anim. Sci.*: 1135–1146.
- Pellattiero E., Tasoniero G., Cullere M., Gleeson E., Baldan G., Contiero B., Zotte A.D., 2020. Are Meat Quality Traits and Sensory Attributes in Favor of Slow-Growing Chickens? *Animal*: 960.
- Petracci M., and Baéza E., 2011. Harmonization of methodologies for the assessment of poultry meat quality features. *World's Poul. Sci. J.*:137–151.
- Petracci M., Bianchi M., Mudalal S. e Cavani C., 2013. Ingredienti funzionali per prodotti a base di carne di pollame. *Recensione. Trends in Food Sci. and Tech.*:27-39.
- Petracci M., Bianchi M., Mudalal S., Cavani C., 2013. Functional ingredients for poultry meat products. *Review. Trends in Food Sci. and Techn.*: 27-39.
- Petracci M., Mudalal S., Bonfiglio A., Cavani C., 2013. Occurrence of white striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. *Poul. Sci.*: 1670–1675.
- Petracci M., Mudalal S., Soglia F., Cavani C., 2015. Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*.
- Rajagopal K., Oommen G.T., 2015. Myofibril fragmentation index as an immediate postmortem predictor of Buffalo meat tenderness. *J. Food Process. Preserv.*: 1166–1171.
- Reay D., 2019. *Cibo intelligente per il clima. Capitolo 9. Edimburgo, Regno Unito.*
- Rimoldi S., Lasagna E., Sarti F.M., Marelli S.P., Cozzi M.C., Bernardini G., Terova G., 2015. Expression profile of six stress-related genes and productive performances of fast and slow growing broiler strains reared under heat stress conditions. *Meta Gene*:17-25.

- 
- Rizzi C., Marangon A., Chiericato G.M., 2007. Effect of Genotype on Slaughtering Performance and Meat Physical and Sensory Characteristics of Organic Laying Hens. *Poult. Sci.*: 128–135.
  - Sandercock D. A., Hunter R. R., Nute G. R., Mitchell M. A., Hocking P. M., 2001. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: implications for meat quality. *Poult. Sci.*: 418-425.
  - Sartore S., Sacchi P., Soglia D., Maione S., Schiavone A., De Marco M., Ceccobelli S., Lasagna E., Rasero R., 2016. Genetic variability of two Italian indigenous chicken breeds inferred from microsatellite marker analysis. *Brit. Poult. Sci.*: 435–443.
  - Sartore S., Soglia D., Maione S., Dabbou, S., Gariglio M., Sacchi P., Rasero R., Mugnai C., Gasco L., Gai F., et al., 2019. Genetic diversity, productive and reproductive performance in Italian chicken breed Bianca di Saluzzo. *Ital. J. Anim. Sci.*: 133–134.
  - SAS Institute, 2013. The SAS/STAT 9.4 User’s guide. Cary, NC: SAS Inst. Inc.
  - Schiavone A., Brugiapaglia A., De Marco M., Sartore S., Soglia D., Maione S., Rasero R., Sacchi P., Dalmaso A., Bottero M.T., et al., 2017. Market chain of “Consortium for safeguard of Bianca e Bionda breeds” in Piedmont: 1. demography, housing and slaughtering conditions. *Ital. J. Anim. Sci.* 84.
  - Schiavone A., Mellia E., Salamano G., Raccone V., Tarantola M., Nurisso S., Gennero S., Doglione L., 2009. Egg quality and blood parameters of “Bianca di Saluzzo” and Isa Brown hens kept under free range conditions. *Ital. J. Anim. Sci.*: 772–774.
  - Schiavone S., De Marco M., Dalmaso A., Bottero M.T., Pattono D., Sacchi P., Rasero R., Sartore S., Soglia D., Maione S. et al., 2015. Preliminary Study on the carcass and meat characteristics of two free-range reared Italian local hen breeds: Bianca di Saluzzo and Biona Piemontese. *Ital. J. Anim. Sci.*: 97–98.
  - Shakeri M., Oskoueian E., Le H. H., 2020. Strategies to combat heat stress in broiler chickens: unveiling the roles of selenium, vitamin E and vitamin C. *Vet. Sci.*:7(2), 71.
  - Sihvo H. K., Immonen K., Puolanne E., 2014. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. *Vet. Pathol.*:619–623.
  - Soglia D., Sacchi P., Sartore S., Maione S., Schiavone A., De Marco M., Bottero M.T., Dalmaso A., Pattono D., Rasero R., 2017. Distinguishing industrial meat from that of indigenous chickens with molecular markers. *Poult. Sci.*: 2552–2561.
  - Soglia D., Sartore S., Maione S., Dabbou S., Sacchi P., Rasero R., Mugnai C., Gasco L., Gai F., Schiavone S., 2019. Mating strategy based on DNA parentage information in Italian chicken breeds. *Ital. J. Anim. Sci.*: 28–29.
  - Soglia D., Sartore S., Maione S., Gariglio M., Sacchi P., Rasero R., Mugnai C. Gasco L., Gai F., Schiavone A., et al., 2019. Genetic diversity, productive and reproductive performance in Italian chicken breed Bionda Piemontese. *Ital. J. Anim. Sci.*: 134.
-

- Soglia D., Sartore S., Maione S., Schiavone A., Dabbou S., Nery J., Zaniboni L., Marelli S., Sacchi P., Rasero R., 2020. Growth Performance Analysis of Two Italian Slow-Growing Chicken Breeds: *Bianca di Saluzzo* and *Bionda Piemontese*. *Animals*:969.
- Soglia F., Mudalal S., Babini E., Di Nunzio M., Mazzoni M., Sirri F., Cavani C., Petracci M., 2016. Histology, composition, and quality traits of chicken Pectoralis major muscle affected by wooden breast abnormality. *Poult. Sci.*: 651–659.
- Soleimani A.F., Zulkifli I., Omar A.R., Raha A.R., 2011. Physiological responses of 3 chicken breeds to acute heat stress. *Poult. Sci.*: 1435-1440.
- Strillacci M.G., Cozzi M.C., Gorla E., Mosca F., Schiavini F., Román-Ponce S.I., Ruiz López F.J., Schiavone A., Marzoni M., Cerolini S., et al., 2017. Genomic and genetic variability of six Italian chicken populations using SNP and CNV as markers. *Animal*: 737–745.
- Tallentire C.W., Leinonen I., Kyriazakis I., 2016. Breeding for efficiency in the broiler chicken: A review. *Agron. Sustain. Dev.*: 36, 66.
- Tasoniero G., Cullere M., Baldan G., Zotte A.D., 2018. Productive performances and carcass quality of male and female Italian Padovana and Polverara slow-growing chicken breeds. *Ital. J. Anim. Sci.*: 530–539.
- Terlouw C., 2004. Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: Genetic background and prior experience, A brief review of recent findings *Livest. Prod. Sci.*: 91-98.
- Torres A., Muth P.C., Capote J., Rodríguez C., Fresno M., Zárata A.V., 2019. Suitability of dual-purpose cockerels of 3 different genetic origins for fattening under free-range conditions. *Poult. Sci.*: 6564–6571.
- Trocino A., Piccirillo A., Birolo M., Radaelli G., Bertotto D., Filiou E., Petracci M., Xiccato G., 2015. Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. *Poult. Sci.*:2996–3004.
- Udeh I., Ezebor P. N., Akporahuarbo P. O., 2015. Growth performance and carcass yield of three commercial strains of broiler chickens raised in a tropical environment. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*: 62-67.
- UNA - Unione Nazionale Filiere Agroalimentari delle Carni e delle Uova, 2020, Annata avicola 2020.
- Unaltalia - Unione Nazionale Filiere Agroalimentari delle Carni e delle Uova. Assemblea Unaltalia 22 giugno 2022: “L’avicoltura italiana alla luce del nuovo contesto socioeconomico”.
- Washburn K.W., Peavey R., Renwick G.M., 1980. Relationship of strain variation and feed restriction to variation in blood pressure and response to heat stress. *Poult. Sci.*: 2586-2588.
- Wattanachant S., Benjakul S., Ledward D.A., 2004. Composition, color, and texture of Thai indigenous and broiler chicken muscles. *Poult. Sci.*:123–128.

- Wood D. G., Richards J. F., 1975. Effect of some antemortem stressors on post-mortem aspects of chicken broiler pectoralis muscle. *Poult. Sci.*
- Yahav S., Goldfeld S., Plavnik I., Hurwitz S., 1995. Physiological responses of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature *J. Therm. Biol.*: 245-253.
- Yahav S., Luger D., Cahaner A., Dotan M., Rusal M., Hurwitz S., 1998. Thermoregulation in naked-neck chickens subjected to different ambient temperatures. *Br. Poult. Sci.*: 133-138.
- Yalcin S., Ozkan S., Turkmul L., Siegel P. B., 2001. Responses to heat stress in commercial and local broiler stocks. *Performance traits. Br. Poult. Sci.*
- Zanetti E., De Marchi M., Dalvit C., Molette C., Remignon H., Cassandro M., 2010. Carcase characteristics and qualitative meat traits of three Italian local chicken breeds. *Br. Poult. Sci.*: 629–634.
- Zaniboni L. e Cerolini S., 2008. Nutrizione e alimentazione degli avicoli. In: Romboli I., Marzoni Fecia di Cossato M., Schiavone A., Zaniboni L., Cerolini S. (Eds.), *Avicoltura e Coniglicoltura (Point Veterinaire Italie, Milano)*: 359.
- Zanon A., Sabbioni A., 2001. Identificazione e salvaguardia genetica delle razze avicole italiane (*Ann. Fac. Med. Vet. Parma.*): 117–134.